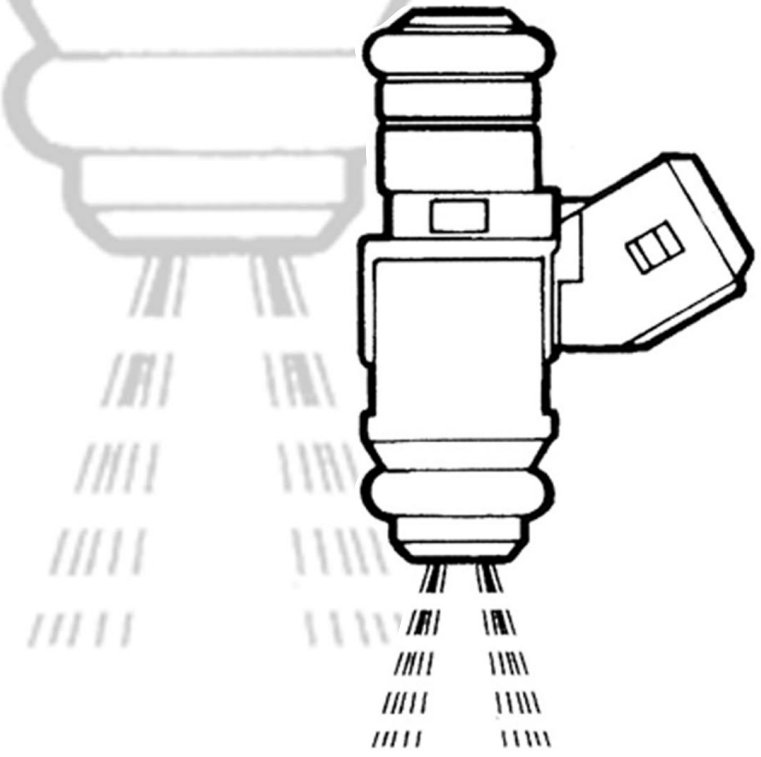
FIRJAN
CIRJ
SESI
SENAI
IEL

APERFEIÇOAMENTO EM INJEÇÃO MAGNETI-MARELLI

versão preliminar



SENAI-RJ • Automotiva

FIRJAN
CIRJ
SESI
SENAI
IEL

APERFEIÇOAMENTO EM INJEÇÃO MAGNETI-MARELLI

FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira
Presidente

Diretoria Corporativa Operacional
Augusto Cesar Franco de Alencar
Diretor

SENAI-Rio de Janeiro
Fernando Sampaio Alves Guimarães
Diretor Regional

Diretoria de Educação
Regina Maria de Fátima Torres
Diretora

FIRJAN
CIRJ
SESI
SENAI
IEL

APERFEIÇOAMENTO EM INJEÇÃO MAGNETI-MARELLI

versão preliminar

SENAI-RJ
2002

Aperfeiçoamento em Injeção Magneti-Marelli
2002

SENAI-Rio de Janeiro
Diretoria de Educação

Ficha Técnica

Gerência de Educação Profissional	Luis Roberto Arruda
Gerência de Produto Automotivo	Darci Pereira Garios
Produção Editorial	Vera Regina Costa Abreu
Pesquisa de Conteúdo e Redação	Corpo Docente da Agência de Manutenção Automotiva - Unidade Tijuca
Revisão Pedagógica	Neise Freitas da Silva
Revisão Gramatical e Editorial	Izabel Maria de Freitas Sodré
Revisão Técnica	Denver Brasil Pessôa Ramos Sílvio Romero Soares de Souza
Projeto Gráfico	Artae Design & Criação

Cópia revista da apostila B. 501.555 - **INJEÇÃO/IGNIÇÃO/96** da Fiat Automóveis SA, sob expressa autorização.

SENAI-Rio de Janeiro
GEP – Gerência de Educação Profissional
Rua Mariz e Barros, 678 - Tijuca
20270-002 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (0xx21) 2587-1117
Fax: (0xx21) 2254-2884
http://www.rj.senai.br

Sumário

APRESENTAÇÃO **11**

UMA PALAVRA INICIAL **13**

1 **INFORMAÇÕES GERAIS** **17**

Esquema do sistema de injeção/ignição Magneti-Marelli 20

Controle da injeção 21

Auto-adaptação 22

Funcionamento a frio 23

Funcionamento em aceleração 23

Funcinamento em desaceleração 23

Funcionamento em *cut-off* 24

Funcionamento em plena carga 24

Controle da marcha lenta 24

Proteção contra rotações excessivas 25

Correção barométrica 25

Controle da detonação (só para motores a gasolina) 25

Recuperação dos vapores de combustível 25

Controle de gases da combustão – sonda lambda 26

Ligação com o sistema de climatização 26

Ligação com o sistema de imobilização eletrônica 26

Autodiagnose 27

2 **CONTROLE DA IGNIÇÃO 29**

Circuito de alimentação do combustível 32

Eletrobomba de combustível 33

Filtro de combustível 34

Tubo distribuidor de combustível 36

Regulador da pressão do combustível 36

Eletroinjetores 37

Interruptor inercial de segurança 38

Circuito de admissão do ar 39

Corpo de borboleta 40

Aquecedor do corpo de borboleta 40

Sensor de posição da borboleta 41

Sensor de temperatura do ar aspirado 42

Atuador de marcha lenta do motor (motor de passo a passo) 44

Sensor de pressão absoluta 46

Circuito elétrico/eletrônico 48

Central eletrônica de comando da injeção/ignição 48

Esquema elétrico do sistema de injeção/ignição 50

Diagrama elétrico geral do sistema de injeção-ignição 52

Esquema das informações de entrada/saída da central aos respectivos sensores/ atuadores do sistema 54

Localização dos componentes do sistema de injeção/ignição no vão do motor 55

Dispositivos para o controle das emissões nocivas no escapamento 64

Fontes e principais poluentes 64

Grupo de escapamento do motor com conversor catalítico 64

3 **VERIFICAÇÕES, REGULAGENS E REPARAÇÕES DO SISTEMA DE INJEÇÃO/IGNIÇÃO 79**

Controle da resistência da sonda lambda 82

Controle da resistência dos sensores da temperatura do ar aspirado e da temperatura do líquido de arrefecimento do motor 82
Controle da resistência do enrolamento primário da bobina de ignição 83
Controle da resistência do enrolamento secundário da bobina de ignição 83
Controle da resistência do sensor de posição da borboleta 84
Controles no sensor de rotação e PMS 84
Controle aproximado do avanço da ignição em marcha lenta com lâmpada estroboscópica 85
Controle da concentração das emissões poluentes 85
Controle da concentração de CO e HC com marcha lenta antes do conversor catalítico .....
Controle da concentração de CO e HC .....

4 VARIANTES ESPECÍFICAS PARA VERSÕES A ÁLCOOL 89

Circuito de alimentação do combustível 92
Circuito de admissão do ar 93
Circuito elétrico/eletrônico 94
Esquema elétrico do sistema de injeção/ignição 95
Esquema das informações de entrada/saída da central eletrônica aos respectivos sensores/atuadores do sistema 97
Dispositivos para o controle das emissões no escapamento 98
Esquema elétrico do circuito da partida a frio 99

Apresentação

A dinâmica social dos tempos de globalização exige dos profissionais atualização constante. Mesmo as áreas tecnológicas de ponta ficam obsoletas em ciclos cada vez mais curtos, trazendo desafios renovados a cada dia e tendo como conseqüência para a educação a necessidade de encontrar novas e rápidas respostas.

Nesse cenário, impõe-se a educação continuada, exigindo que os profissionais busquem atualização constante durante toda a vida – e os docentes e alunos do SENAI/RJ incluem-se nessas novas demandas sociais.

É preciso, pois, promover, tanto para os docentes como para os alunos da educação profissional, as condições que propiciem o desenvolvimento de novas formas de ensinar e de aprender, favorecendo o trabalho de equipe, a pesquisa, a iniciativa e a criatividade, entre outros aspectos, ampliando suas possibilidades de atuar com autonomia, de forma competente.

Considerando estas questões, este material apresenta o sistema de injeção eletrônica MAGNETI-MARELLI, que é um novo modo de gerenciamento de alimentação e ignição do motor, e integra uma tecnologia inovadora que, em curto espaço de tempo, vem substituindo os sistemas convencionais de ignição e carburador.

Salientamos, no entanto, que os novos conhecimentos aqui abordados não eliminam os problemas de cunho mecânico que continuam existindo tanto quanto antes. Por este motivo, o bom profissional, além de dominar conceitos de injeção eletrônica, precisa conhecer também fundamentos de eletricidade, eletrônica, eletromagnetismo, mecânica e regulagem de motores.

Esperamos que os conteúdos aqui tratados sejam úteis ao seu aprendizado e atualização profissional. Mas injeção eletrônica é um assunto vasto e interessante, e é necessário que você busque constante aperfeiçoamento quanto a esta nova tecnologia. Assim, procure pesquisar outras fontes e consulte os Manuais de Uso e de Reparações que acompanham os modelos automotivos.

Uma palavra inicial

Meio ambiente...

Saúde e segurança no trabalho...

O que é que nós temos a ver com isso?

Antes de iniciarmos o estudo deste material, há dois pontos que merecem destaque: a relação entre o processo produtivo e o meio ambiente, e a questão da saúde e segurança no trabalho.

As indústrias e os negócios são a base da economia moderna. Não só produzem os bens e serviços necessários, como dão acesso a emprego e renda. Mas para atender a essas necessidades, precisam usar recursos e matérias-primas. Os impactos no meio ambiente muito freqüentemente decorrem do tipo de indústria existente no local, do que ela produz e, principalmente, de *como* produz.

É preciso entender que todas as atividades humanas transformam o ambiente. Estamos sempre retirando materiais da natureza, transformando-os e depois jogando o que "sobra" de volta ao ambiente natural. Ao retirar do meio ambiente os materiais necessários para produzir bens, altera-se o equilíbrio dos ecossistemas e arrisca-se ao esgotamento de diversos recursos naturais que não são renováveis ou, quando o são, têm sua renovação prejudicada pela velocidade da extração, superior à capacidade da natureza para se recompor. É necessário fazer planos de curto e longo prazo, para diminuir os impactos que o processo produtivo causa na natureza. Além disso, as indústrias precisam se preocupar com a recomposição da paisagem e ter em mente a saúde dos seus trabalhadores e da população que vive ao seu redor.

Com o crescimento da industrialização e a sua concentração em determinadas áreas, o problema da poluição aumentou e se intensificou. Em relação ao ar e à água, a questão é bastante complexa, pois as emissões poluentes se espalham de um ponto fixo para uma grande região, dependendo dos ventos, do curso da água e das demais condições ambientais, tornando difícil localizar, com precisão, a origem do problema. No entanto, é importante repetir que, ao depositarem os resíduos no solo, ao lançarem efluentes sem tratamento em rios, lagoas e demais corpos hídricos, as indústrias causam danos ao meio ambiente.

O uso indiscriminado dos recursos naturais e a contínua acumulação de lixo mostram a falha básica de nosso sistema produtivo: ele opera em linha reta. Extraem-se as matérias-primas através de processos

de produção desperdiçadores e que geram subprodutos tóxicos. Fabricam-se produtos de utilidade limitada que, finalmente, viram lixo, o qual se acumula nos aterros. Produzir, consumir e dispensar bens desta forma, obviamente, não é sustentável.

Enquanto os resíduos naturais (que não podem, propriamente, ser chamados de "lixo") são absorvidos e reaproveitados pela natureza, a maioria dos resíduos deixados pelas indústrias não tem aproveitamento para qualquer espécie de organismo vivo e, para alguns, pode até ser fatal. O meio ambiente pode absorver resíduos, redistribuí-los e transformá-los. Mas, da mesma forma que a Terra possui uma capacidade limitada de produzir recursos renováveis, sua capacidade de receber resíduos também é restrita, e a de receber resíduos tóxicos praticamente não existe.

Ganha força, atualmente, a idéia de que as empresas devem ter procedimentos éticos que considerem a preservação do ambiente como uma parte de sua missão. Isto quer dizer que se devem adotar práticas que incluam tal preocupação, introduzindo processos que reduzam o uso de matérias-primas e energia, diminuam os resíduos e impeçam a poluição.

Cada indústria tem suas próprias características. Também se sabe que a conservação de recursos é importante. Deve haver crescente preocupação com a qualidade, durabilidade, possibilidade de conserto e vida útil dos produtos.

As empresas precisam não só continuar reduzindo a poluição, mas também buscar novas formas de economizar energia, melhorar os efluentes, reduzir a poluição, o lixo, o uso de matérias-primas. Reciclar e conservar energia são atitudes essenciais no mundo contemporâneo.

É difícil ter uma visão única que seja útil para todas as empresas. Cada uma enfrenta desafios diferentes e pode beneficiar-se de sua própria visão de futuro. Ao olhar para o futuro, nós (o público, as empresas, as cidades e as nações) podemos decidir que alternativas são mais desejáveis e trabalhar com elas.

Entretanto, é verdade que tanto os indivíduos quanto as instituições só mudarão as suas práticas quando acreditarem que seu novo comportamento lhes trará benefícios — sejam estes financeiros, para sua reputação ou para sua segurança.

A mudança nos hábitos não é uma coisa que possa ser imposta. Deve ser uma escolha de pessoas bem informadas a favor de bens e serviços sustentáveis. A tarefa é criar condições que melhorem a capacidade de as pessoas escolherem, usarem e disporem de bens e serviços de forma sustentável.

Além dos impactos causados na natureza, diversos são os malefícios à saúde humana provocados pela poluição do ar, dos rios e mares, assim como são inerentes aos processos produtivos alguns riscos à saúde e segurança do trabalhador. Atualmente, acidente do trabalho é uma questão que preocupa os empregadores, empregados e governantes, e as conseqüências acabam afetando a todos.

De um lado, é necessário que os trabalhadores adotem um comportamento seguro no trabalho, usando os equipamentos de proteção individual e coletiva; de outro, cabe aos empregadores prover a empresa com esses equipamentos, orientar quanto ao seu uso, fiscalizar as condições da cadeia produtiva e a adequação dos equipamentos de proteção.

A redução do número de acidentes só será possível à medida que cada um – trabalhador, patrão e

governo – assuma, em todas as situações, atitudes preventivas, capazes de resguardar a segurança de todos.

Deve-se considerar, também, que cada indústria possui um sistema produtivo próprio, e, portanto, é necessário analisá-lo em sua especificidade, para determinar seu impacto sobre o meio ambiente, sobre a saúde e os riscos que o sistema oferece à segurança dos trabalhadores, propondo alternativas que possam levar a melhores condições de vida para todos.

Da conscientização, partimos para a ação: cresce, cada vez mais, o número de países, empresas e indivíduos que, já estando conscientizados acerca desses fatos, vêm desenvolvendo ações que contribuem para proteger o meio ambiente e cuidar da nossa saúde. Mas isso ainda não é suficiente... Faz-se preciso ampliar tais ações, e a educação é um valioso recurso que pode e deve ser usado em tal direção. Assim, iniciamos este material conversando com você sobre o meio ambiente, saúde e segurança no trabalho, lembrando que, no seu exercício profissional diário, você deve agir de forma harmoniosa com o ambiente, zelando também pela segurança e saúde de todos no trabalho.

Tente responder à pergunta que inicia este texto: meio ambiente, saúde e segurança no trabalho – o que é que eu tenho a ver com isso? Depois, é partir para a ação. Cada um de nós é responsável. Vamos fazer a nossa parte?

Informações gerais

Nesta Seção ...

Esquema do sistema de injeção/ignição Magneti-Marelli ◀

Controle da injeção ◀

Auto-adaptação ◀

Funcionamento a frio ◀

Funcionamento em aceleração ◀

Funcinamento em desaceleração ◀

Funcionamento em *cut-off* ◀

Funcionamento em plena carga ◀

Controle da marcha lenta ◀

Proteção contra rotações excessivas ◀

Correção barométrica ◀

Controle da detonação (só para motores a gasolina) ◀

Recuperação dos vapores de combustível ◀

Controle de gases da combustão – sonda lambda ◀

Ligação com o sistema de climatização ◀

Ligação com o sistema de imobilização eletrônica ◀

Autodiagnose ◀

1

O sistema Magneti-Marelli pertence à categoria dos sistemas estáticos de ignição eletrônica digital de avanço e distribuição, com injeção eletrônica de tipo MPI (*multi-point*) semi-seqüencial.

Este sistema possui uma central, uma série de sensores e atuadores comuns a todas as suas versões. A sua função é injetar no tubo de admissão do motor, acima das válvulas de admissão, uma quantidade exata de combustível capaz de misturar-se com o ar introduzido no cilindro, para obter a mistura correta.

O sistema de injeção/ignição garante eficiência de funcionamento, melhorando as performances, os consumos e reduzindo as emissões nocivas através de uma resposta, em tempo real, às diferentes condições de funcionamento do motor.

O sistema pode ser dividido nos seguintes sub-sistemas:

1. circuito de alimentação do combustível;

2. circuito de admissão do ar;

3. circuito elétrico/eletrônico;

4. dispositivo para o controle das emissões nocivas no escapamento, ou seja, dos poluentes.

O sistema é capaz de detectar , através dos respectivos sensores, os seguintes parâmetros:

a. o número de rotações instantâneas do motor;

b. a posição de cada par de pistões em relação ao PMS (ponto morto superior) do cilindro 1;

c. a temperatura do ar aspirado;

d. a posição angular da borboleta aceleradora;

e. a temperatura do líquido de arrefecimento do motor;

f. a relação efetiva da mistura (através do sinal da sonda lambda);

g. a pressão presente no coletor de admissão;

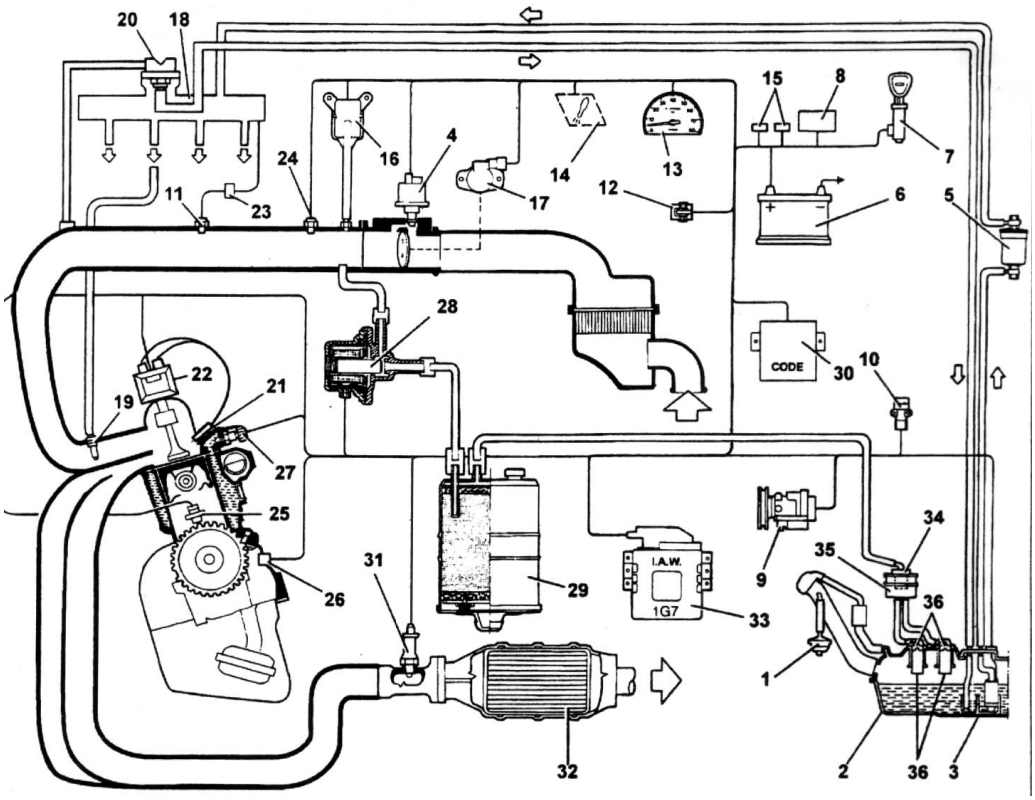
h. a tensão da bateria;

i. a presença da detonação (somente para versões a gasolina).

Estas informações, geralmente de tipo analógico, são convertidas em sinais digitais pelos conversores analógico/digitais (A/D) para poderem ser utilizadas pela central.

Enfim, é importante lembrar que o sistema de injeção/ignição não precisa de nenhuma regulagem, sendo do tipo auto-regulável e autoadaptativo.

Esquema do sistema de injeção/ ignição Magneti-Marelli



1. válvula de segurança
2. tanque do combustível
3. eletrobomba de combustível
4. atuador da marcha lenta
5. filtro do combustível
6. bateria
7. comutador de ignição
8. relé duplo
9. compressor do condicionador de ar
10. interruptor inercial
11. aquecedor do corpo de borboleta
12. conector de diagnose
13. conta-giros
14. lâmpada piloto de avaria no sistema
15. fusíveis de proteção do sistema de injeção
16. sensor de pressão absoluta
17. sensor de posição da borboleta aceleradora
18. tubo distribuidor de combustível com regulador de pressão integrado
19. eletroinjetores
20. regulador da pressão do combustível
21. vela de ignição
22. bobina de ignição
23. fusível de proteção do aquecedor do corpo de borboleta
24. sensor da temperatura do ar
25. sensor de rotação do motor
26. sensor de detonação
27. sensor de temperatura do líquido de arrefecimento do motor
28. eletroválvula interceptadora de vapores de combustível
29. filtro de carvão ativado
30. central do imobilizador
31. sonda lambda
32. conversor catalítico
33. central de injeção/ignição
34. válvula multifuncional
35. separador dos vapores de combustível
36. válvulas flutuantes

Controle da injeção

As estratégias de controle da injeção têm o objetivo de fornecer ao motor a quantidade de combustível correta e no momento certo, em função das condições de funcionamento do motor.

O sistema de injeção/ignição utiliza os dados de REGIME DO MOTOR (número de rotações por minuto) e DENSIDADE DO AR (pressão e temperatura) para medir a quantidade de ar aspirada pelo motor.

A quantidade de ar aspirada por cada cilindro, para cada ciclo do motor, depende, além da densidade do ar aspirado, da cilindrada unitária e também da eficiência volumétrica.

Por densidade do ar entende-se a quantidade de ar aspirado pelo motor, que é calculada em função da pressão absoluta e da temperatura, ambas detectadas no coletor de admissão.

Por eficiência volumétrica, entende-se o parâmetro referente ao coeficiente de enchimento dos cilindros, detectado com base em experimentos feitos em todo o campo de funcionamento e, depois, memorizados na central eletrônica.

Estabelecida a quantidade de ar aspirado, o sistema fornece a quantidade de combustível em função da mistura desejada.

As condições essenciais que devem sempre ser respeitadas na preparação da mistura de ar/ combustível para o bom funcionamento dos motores de ignição controlada são principalmente duas:

1. a mistura (relação ar/combustível) deve ser mantida o máximo possível constante e perto do valor desejado – estequiométrico, para emissões, ou rico, para performances/segurança do motor – para garantir a rapidez de combustão necessária, evitando desperdícios inúteis;

2. a mistura deve ser composta de vapores de combustível difundidos no ar da maneira mais fina e uniforme possível.

Os bicos dos eletroinjetores têm a função de realizar a difusão, no coletor, do combustível nebulizado em minúsculas gotas. Dado que o ar pode encontrar-se em várias condições de pressão absoluta, é necessário adaptar a quantidade de combustível para não variar a relação em peso entre ar e combustível.

A constância da relação citada acima é obtida variando o valor da pressão de alimentação do combustível, mediante um regulador, em função do valor da pressão do ar no tubo de admissão, de maneira que a diferença entre as duas pressões seja constante para qualquer condição de funcionamento do motor.

A mistura ideal é calculada com base nas seguintes medições:

a) regime de rotação do motor;

b) pressão absoluta no coletor de admissão;

c)temperatura do líquido de arrefecimento;

d) temperatura do ar aspirado;

e) teor de oxigênio no gás de escapamento.

O cálculo do tempo base de injeção é efetuado após a medição indireta da carga do motor, obtida através da medida da pressão absoluta no coletor de admissão e do número de rotações do motor.

Os parâmetros principalmente considerados no cálculo do tempo da injeção são:

a. tempo base de injeção;

b. pressão absoluta;

c. temperatura do ar aspirado;

d. mistura;

e. eficiência volumétrica;

f. tensão da bateria;

g. fator de adaptação;

h. fator de empobrecimento em desaceleração;

i. correção de "*closed loop*";

j. enriquecimento em aceleração;

k. situações transitórias.

O tempo base da injeção é calculado a partir de três fatores: densidade do ar aspirado, velocidade angular de rotação e controle de mistura.

Neste sistema de tipo semi-seqüencial, a central pilota os eletroinjetores ligados em paralelo de dois em dois, os quais injetam, uma vez a cada duas rotações da árvore das manivelas, a quantidade de combustível necessária para formar a mistura correta com um atraso variável em relação ao momento de início da injeção.

O atraso do momento do início da injeção ocorre em função da rotação do motor e do ângulo de abertura da borboleta aceleradora.

Auto-adaptação

A central está provida com uma função de auto-adaptação da mistura, que tem a tarefa de memorizar os desvios entre mapeamento de base e correções impostas pela sonda lambda que podem aparecer de maneira persistente durante o funcionamento. Estes desvios (devidos ao envelhecimento dos componentes do sistema e do motor) são memorizados, permitindo uma adaptação do funcionamento do sistema às progressivas alterações do motor e dos componentes, em relação às características do motor quando era novo.

Funcionamento a frio

Nestas condições, acontece uma evaporação reduzida e fortes condensações nas paredes internas do coletor de admissão, ambas aumentadas pela maior viscosidade do óleo de lubrificação que, como se sabe, com baixas temperaturas sofre aumento de resistência à rotação dos órgãos mecânicos do motor.

A central eletrônica reconhece esta condição e corrige o tempo de injeção com base no sinal de temperatura do líquido de arrefecimento.

Conseqüentemente:

- com temperaturas muito baixas, o eletroinjetor fica aberto por mais tempo (a dosagem de combustível diminui) e a mistura é enriquecida;

- quanto mais aumentar a temperatura do motor, mais curta será a abertura do eletroinjetor e, por conseguinte, maior será a dosagem de combustível e a mistura será empobrecida.

Oportunas funções antiafogamento reduzem o enriquecimento para tempos de partida longos.

O número de rotações em marcha lenta é diminuído proporcionalmente ao aumento da temperatura, até se obter o valor nominal com o motor regulado termicamente.

A central eletrônica, pilotada pelo motor de passo a passo, mantém constante a marcha lenta, mesmo se variarem as cargas elétricas e mecânicas.

Funcionamento em aceleração

Nesta fase, a central aumenta adequadamente a quantidade de combustível exigida pelo motor (para obter o torque máximo) em função dos sinais provenientes dos seguintes componentes:

- potênciometro da borboleta aceleradora;

- sensor de pressão absoluta;

- sensor de rotações e PMS.

Funcionamento em desaceleração

Durante esta fase de utilização do motor, acontece a sobreposição de duas estratégias:

1. uma estratégia de regime transitório negativo para manter estequiométrica a quantidade de combustível fornecida ao motor (poluição menor).

Este fato é reconhecido pela central quando o sinal do potenciômetro da borboleta aceleradora, de um valor de tensão elevado, passa para um valor mais baixo.

2. uma estratégia de acompanhamento superficial às baixas rotações (*dash-pot*) para atenuar a variação de torque fornecida (menor freio motor).

Quando o sinal do potenciômetro indicar uma diminuiçào do ângulo de abertura da borboleta aceleradora e a rotação for elevada, a central, agindo sobre o atuador de marcha lenta do motor, diminui, de maneira gradual, a quantidade de ar que passa através do *by-pass*.

Funcionamento em *cut-off*

A estratégia de *cut-off* (corte do combustível em desaceleração) é efetuada quando a central reconhece a borboleta na posição de marcha lenta, ou seja, fechada, e a rotação do motor é ainda elevada. A central ativa as estratégias de *cut-off* somente quando a temperatura do líquido de arrefecimento do motor ultrapassa uma temperatura ideal de aquecimento.

Nestas condições, a central não utiliza o sinal proveniente da sonda lambda e o *cut-off* é ativado e desativado com valores de rotação variáveis de acordo com a variação da temperatura do líquido de arrefecimento do motor.

O reconhecimento da borboleta aceleradora em posição aberta reativa a alimentação do motor.

Funcionamento em plena carga

Durante o funcionamento em plena carga, a mistura é enriquecida para permitir que o motor forneça a potência máxima (que é alcançada fora da relação estequiométrica) e para impedir o aquecimento excessivo do catalisador.

A condição de carga plena é detectada através dos valores fornecidos pelos sensores de posição da borboleta e da pressão absoluta.

Nestas condições, a central não utiliza o sinal proveniente da sonda lambda.

Controle da marcha lenta

O controle da marcha lenta é efetuado pela central através do respectivo atuador (motor de passo a passo) que, movendo, uma ponta age não só sobre o *by-pass* da borboleta, mas também através de variações do avanço da ignição.

O controle da marcha lenta é efetuado para compensar a potência absorvida pelos diversos acessórios, garantindo um regime o mais constante possível.

Proteção contra rotações excessivas

É efetuado um corte do tempo de controle dos eletroinjetores ao ser ultrapassado um determinado valor de rotação (valor crítico).

Quando a rotação voltar a um valor "não crítico", é restabelecido o controle.

Correção barométrica

A pressão atmosférica varia em função da altitude, determinando uma variação tal da eficiência volumétrica, que é necessário corrigir a mistura (tempo base de injeção).

A correção do tempo de injeção se estabelece em função da variação de altitude e será atualizada automaticamente pela central eletrônica, cada vez que o motor for ligado e em determinadas condições de posição da borboleta e de número de rotações (adaptação dinâmica da correção barométrica).

Controle da detonação (só para motores a gasolina)

Esta função tem a tarefa de detectar a presença do fenômeno da detonação, através da elaboração do sinal proveniente do respectivo sensor. A central confronta continuamente os sinais provenientes do sensor com um valor limite, o qual, por sua vez, é atualizado continuamente, para considerar os ruídos de base e o envelhecimento do motor.

Assim, a central é capaz de detectar a presença de detonação (ou de início de detonação) e reduzir o avanço de ignição até fazer desaparecer o fenômeno. Em seguida, o avanço é gradualmente restabelecido até chegar ao valor de base.

Recuperação dos vapores de combustível

Os vapores de combustível provenientes do tanque e, depois, recolhidos num filtro de carvão ativado, são reaspirados pelo motor para serem queimados.

A quantidade de vapores aspirados e as realizações das admissões são coenviadas pela central eletrônica através de uma eletroválvula pilotada com um *duty-cycle* proporcional:

- à rotação do motor;

- à carga do motor;

- ao tempo de injeção.

Controle dos gases da combustão – sonda lambda

A central garante uma dosagem da mistura do ar/combustível próxima à relação estequiométrica e a mantém assim pelo maior tempo possível, para que o conversor catalítico funcione de maneira correta e duradoura.

Ligação com o sistema de climatização

A central está em interface com o sistema de climatização (quando previsto) a fim de estabilizar a marcha lenta para controlar as absorções de potência causadas pela ativação do compressor.

Controlando informações tais como a carga do motor, a temperatura do líquido de arrefecimento, o ângulo da borboleta, a central é capaz, se necessário, de desligar o compressor.

Ligação com o sistema de imobilização eletrônica

O sistema possui uma função de bloqueio da partida do motor. Esta função é realizada graças à presença de uma central específica de imobilização eletrônica, capaz de comunicar-se com a central de injeção/ignição , e de uma chave eletrônica, provida de um transmissor próprio para enviar um código de reconhecimento.

Toda vez que a chave de ignição for girada para a posição *STOP*, o sistema de imobilização eletrônica desativa completamente a central de injeção/ignição.

Colocando a chave na posição MARCHA, acontecem, em seqüência, as seguintes operações:

1. a central de injeção (cuja memória contém uma senha eletrônica) envia para a central de imobilização um comando, para que esta última envie a senha para desativar o bloqueio das funções;

2. a central de imobilização responde enviando a senha só depois de ter recebido, por sua vez, o código de reconhecimento transmitido pela chave de ignição;

3. o reconhecimento da senha eletrônica permite que se desative o bloqueio da central eletrônica de injeção/ignição e que esta funcione normalmente.

Dada a presença do sistema de imobilização eletrônica, NÃO EFETUAR, em fase de diagnóstico e/ou verificações funcionais, testes utilizando uma outra central de injeção/ignição. Efetivamente, neste caso, a central de imobilização eletrônica transferiria o código (desconhecido) de reconhecimento para a central de teste, a qual não poderia mais ser utilizada em outros veículos.

Autodiagnose

É possível efetuar o diagnóstico dos sinais de entrada/saída (*inputs/outputs*) e da central eletrônica, verificando ciclicamente os sinais característicos e memorizando, em casos de mau funcionamento, em EPROM os códigos respectivos (autodiagnose passiva).

É possível, através do *scanner* automotivo, ativar cada um dos atuadores, verificando a sua eficiência, bem como efetuar uma série de operações de cancelamento/modificação dos parâmetros em EEPROM.

O funcionamento anormal de alguns sensores/atuadores é avisado ao usuário através da lâmpada piloto de avaria da injeção no quadro de instrumentos, que se acende, assim que a anormalidade é reconhecida pela própria central; a lâmpada apaga-se após o conserto ou se o defeito não for de tipo permanente.

O cancelamento total da memória EEPROM é efetuado com o *scanner* automotivo.

Quando os sensores ou os atuadores detectam um defeito, são ativadas imediatamente as estratégias de reconstrução dos sinais (*recovery*) para garantir o funcionamento do motor a um nível aceitável, sem prejudicar demasiadamente o funcionamento. Assim, é possível levar o veículo até um ponto de assistência, para as reparações necessárias.

Controle da ignição

Nesta Seção ...

Circuito de alimentação do combustível ◄

Circuito de admissão do ar ◄

Circuito elétrico/eletrônico ◄

Dispositivos para o controle das emissões nocivas no escapamento ◄

2

O circuito de ignição é de descarga indutiva do tipo estático, isto é, sem o distribuidor de alta tensão com módulos de potência situados dentro da central eletrônica de injeção/ignição .

Na central eletrônica de comando está memorizado um mapa, contendo uma série de valores de avanço que o motor deve adaptar durante o seu funcionamento, com base na sua rotação e na sua carga.

A central eletrônica seleciona o valor de avanço mais adequado ao motor com base na rotação do mesmo e na pressão absoluta no coletor de admissão, pilotando o módulo de potência interno.

São efetuadas correções do valor de avanço obtido, principalmente, em função de:

- temperatura do líquido de arrefecimento do motor;
- temperatura do ar aspirado;
- pressão absoluta no coletor de admissão;
- abertura da borboleta aceleradora;
- persistências de detonação;
- situações transitórias.

O sistema de ignição é constituído de:

a) duas bobinas de ignição com dois terminais de alta tensão, constituídos por dois enrolamentos primários (alimentados com a tensão de bateria) e por dois enrolamentos secundários (alta tensão), cujas saídas estão ligadas diretamente às velas dos cilindros 1-4 e 3-2 (dois a dois) respectivamente, os quais enviam a alta tensão toda vez que o primário for desmagnetizado pelo módulo de potência.

As velas dos cilindros 1-4 e 3-2 estão ligadas diretamente (de duas a duas), por meio de cabos de alta tensão, aos terminais do enrolamento secundário da bobina e a ligação delas pode ser considerada em série, pois o cabeçote do motor efetua a união das mesmas. Esta solução também é chamada de "centelha perdida", pois a energia acumulada pela bobina descarrega-se quase que exclusivamente nos eletrodos da vela situada no cilindro em compressão, permitindo a ignição da mistura. É obvio que a outra centelha não é utilizada, não encontrando no cilindro, a mistura necessária para centelhar, mas somente um ambiente de gás em fase de escapamento.

b) um módulo de potência (incorporado na central eletrônica), que alimenta o circuito primário das bobinas de ignição com uma corrente capaz de energizá-las completamente e, assim, interromper instantaneamente a passagem desta corrente, de maneira que, no circuito secundário das bobinas, seja induzida uma alta tensão e salte uma faísca nas velas.

As informações necessárias à central eletrônica para pilotar a ignição são encontradas pelos seguintes componentes:

- sensor de rotações/PMS: que, de frente a uma roda fônica de (60-2) 58 dentes e através do seu efeito indutivo, indica a velocidade do motor e permite que a central eletrônica, a cada rotação do motor, junto a um espaço angular de 18º (falta de dois dentes) entre o 58º dente e o 1º dente (chamado dente de sincronismo), reconheça com o avanço devido o PMS dos cilindros 1–4 e, em seguida, dos cilindros 2–3.

- sensor de pressão absoluta: transmite um sinal elétrico proporcional à pressão absoluta presente no coletor de admissão que é diretamente proporcional à carga do motor.

O sistema de injeção/ignição constitui-se de quatro circuitos principais:

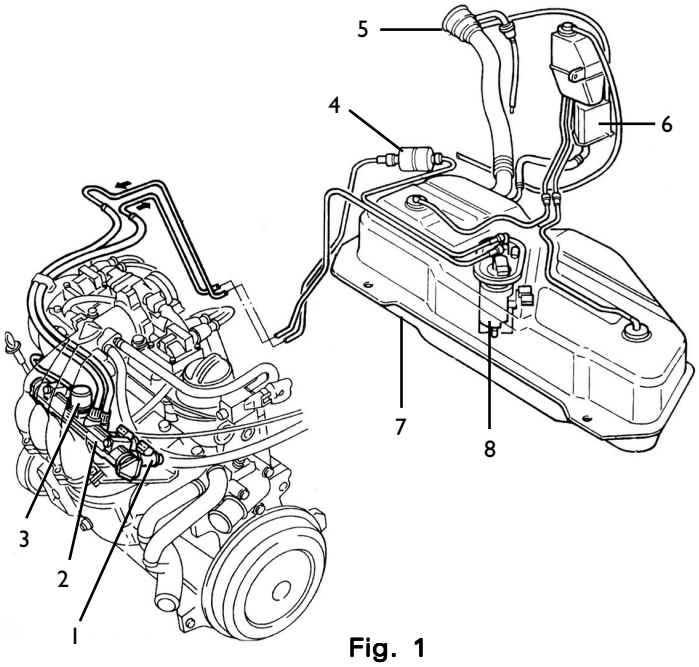
1. circuito de alimentação de combustível;

2. circuito de admissão do ar;

3. circuito elétrico/eletrônico;

4. circuito para o controle das emissões nocivas no escapamento.

Circuito de alimentação do combustível



1. eletroinjetores
2. tubo distribuidor de combustível
3. regulador de pressão
4. filtro do combustível
5. bocal de enchimento
6. válvula de respiro
7. tanque de combustível
8. eletrobomba de combustível

Fig. 1

A alimentação do combustível no sistema é realizada através de uma eletrobomba introduzida no tanque que aspira o combustível, envia-o ao filtro e, daí, para os eletroinjetores.

A pressão de fornecimento do combustível para os eletroinjetores é mantida constante e proporcional ao valor de pressão existente no coletor de admissão pelo regulador de pressão, o qual controla a vazão de combustível, mantendo constante o salto de pressão para os eletroinjetores.

Do regulador de pressão, o excesso de combustível é enviado, sem pressão, para o tanque de combustível.

Eletrobomba de combustível

A eletrobomba está alojada no tanque do combustível, dentro de um container próprio, onde está fixado também o dispositivo para o indicador do nível de combustível, e possui um filtro reticulado no lado de admissão.

A eletrobomba é do tipo volumétrico e é adequada para funcionar com combustível sem chumbo. O rotor é movido por um motor elétrico em c. c., alimentado com a tensão da bateria diretamente pelo relé duplo, sob comando da central eletrônica.

O motor elétrico está imerso no combustível, obtendo, desta maneira, uma ação detergente e refrigerante das escovas e do coletor.

A eletrobomba possui uma válvula de superpressão, que liga o envio com a admissão, se a pressão do circuito de envio superar 5 bar, evitando o superaquecimento do motor elétrico.

Além disso, uma válvula anti-retorno, introduzida na saída, impede o esvaziamento de todo o circuito de combustível do veículo, quando a eletrobomba não estiver funcionando.

A vazão nominal da eletrobomba varia em função da velocidade angular do rotor e, conseqüentemente, da tensão de alimentação: com tensão de 12 volts, a vazão é de aproximadamente de 120 litros por hora.

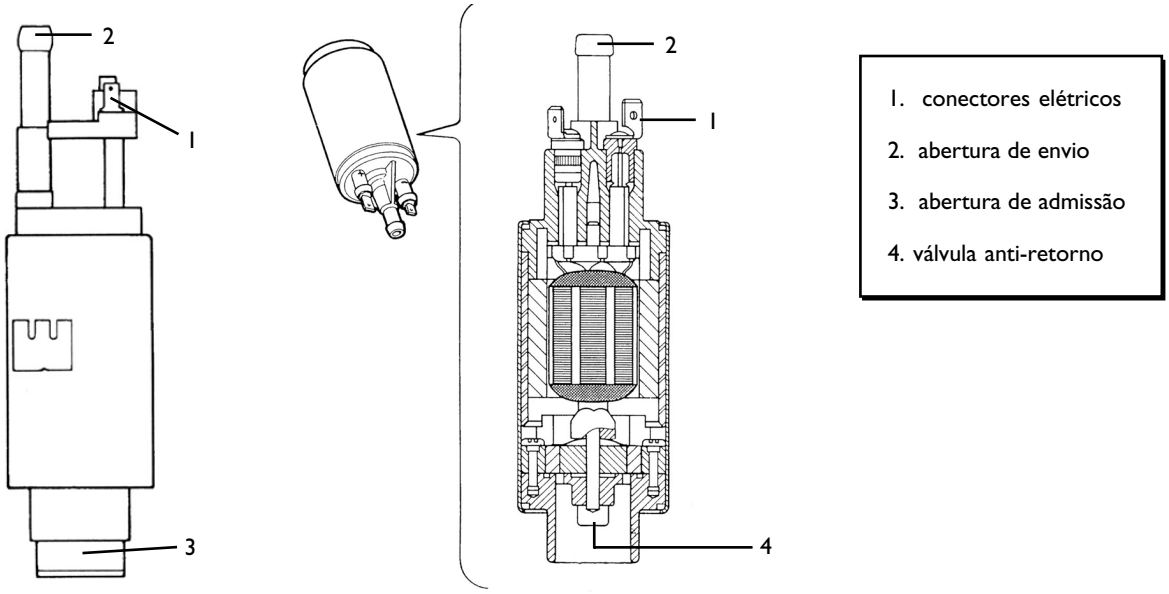
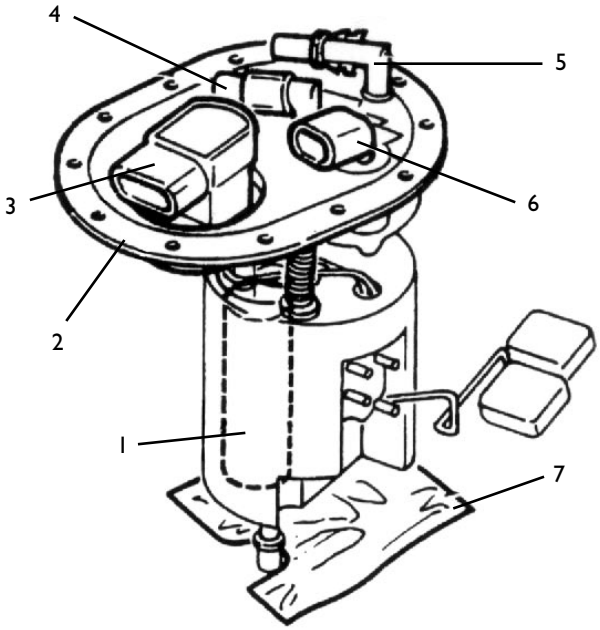


Fig. 2

Elementos que constituem o conjunto da eletrobomba de combustível



1. eletrobomba de combustível
2. chapa de fixação
3. conector do transmissor para o indicador do nível de combustível
4. tubulação de envio
5. tubulação de retorno
6. conector da eletrobomba de combustível
7. pré-filtro reticulado

Fig. 3

NOTA

Existe na central eletrônica uma função de segurança que, mesmo com a chave da ignição na posição MARCHA, desliga a eletrobomba de combustível se acontecer uma das seguintes situações:

- *o motor não parte após um certo tempo em que a chave foi colocada na posição MARCHA;*
- *a rotação do motor desce abaixo do valor de limite mínimo;*
- *o motor pára;*
- *a chave de ignição não é reconhecida pelo sistema de imobilização eletrônica.*

Filtro de combustível

O filtro está situado debaixo da carroceria, perto do tanque de combustível, ao longo da tubulação de envio de combustível ao corpo borboleta.

É formado por um invólucro exterior e por um suporte interno que contém um elemento de papel com elevada capacidade filtrante.

O filtro é indispensável para garantir o correto funcionamento do eletroinjetor, dada a grande sensibilidade deste último a corpos estranhos contidos no circuito de alimentação.

Por isso, é aconselhável substituí-lo dentro dos prazos previstos.

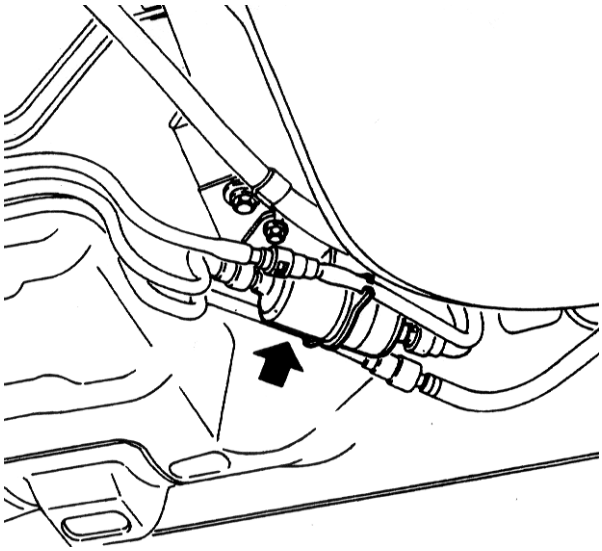
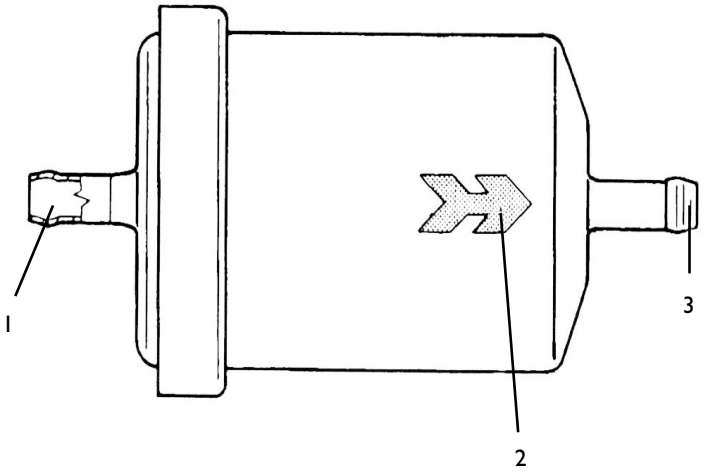


Fig. 4 - Posicionamento do filtro de combustível

NOTA

No invólucro exterior está impressa uma seta que indica o sentido do fluxo do combustível e da montagem correta do filtro.



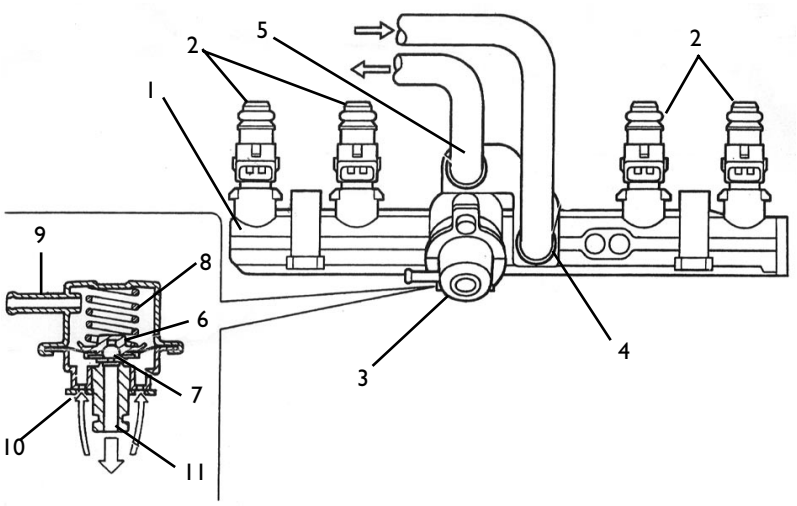
1. entrada do combustível
2. posição da seta
3. saída do combustível

Fig. 5

Tubo distribuidor do combustível

O tubo distribuidor de combustível (1), cuja função é enviar o combustível aos eletroinjetores (2) engloba o regulador de pressão (3) e os próprios eletroinjetores.

A entrada do combustível (4) é fixada no tubo distribuidor através de um parafuso de vedação cônica. A recirculação do combustível (5) é efetuada através de um tubo contido dentro do tubo distribuidor, ligado, por fora, à tubulação de retorno que vai ao tanque.



1. tubo distribuidor de combustível
2. eletroinjetores
3. regulador de pressão
4. conexão de chegada do combustível
5. conexão de retorno do combustível ao tanque
6. cembrana
7. válvula de defluxo
8. mola de regulagem
9. tomada de depressão
10. entrada de combustível
11. retorno de combustível

Fig. 6

Regulador da pressão do combustível

Trata-se de um dispositivo diferencial de membrana, regulado na fábrica com pressão de 3,00 + 0,05 bar.

O combustível em pressão, proveniente da eletrobomba, exerce uma força sobre a válvula de defluxo (7) à qual se opõe a mola reguladora (8). Ao superar a pressão de regulagem, a válvula de defluxo abre-se e o combustível excedente retorna ao tanque, estabilizando, assim, a pressão no circuito. Além disso, através da tomada (9), o vácuo existente no coletor de admissão (no qual se encontra também o bico do eletroinjetor) age sobre a membrana do regulador, reduzindo a carga exercida pela mola de regulagem.

Deste modo, é mantido constante o diferencial de pressão existente entre o combustível e o ambiente (coletor de admissão) no qual se encontra o eletroinjetor em qualquer condição de funcionamento do motor. Conseqüentemente, a vazão do eletroinjetor (para uma certa tensão de alimentação) depende somente do tempo de injeção estabelecido pela central eletrônica.

NOTA

A pressão é tomada pela central eletrônica como parâmetro fixo: assim, o regulador nunca deve ser alterado, para não mudar a relação da mistura prevista para o motor.

Eletroinjetores

Os eletroinjetores, de jato duplo (com jato de combustível inclinado em relação ao eixo do injetor) podem dirigir adequadamente os jatos em direção das válvulas de admissão.

Os jatos de combustível, com pressão diferencial de 3 bar, saem do eletroinjetor pulverizados instantaneamente, formando dois cones de propagação.

A lógica de comando dos eletroinjetores é do tipo "semi-seqüencial", isto é, os quatro eletroinjetores são comandados paralelamente, de dois em dois, uma vez a cada duas rotações da árvore de manivelas.

A fixação dos eletroinjetores é efetuada pelo tubo distribuidor de combustível, que pressiona os mesmos nas respectivas sedes situadas nos tubos de admissão. Além do mais, estão unidos ao tubo distribuidor de combustível através de "travas de segurança". Dois anéis (1) e (2) de borracha fluorizada os mantêm firmes no tubo de admissão e no tubo distribuidor de combustível.

A alimentação do combustível acontece pela parte superior (3) do eletroinjetor, cujo corpo contém uma bobina (4) ligada aos terminais (5) do conector elétrico (6).

NOTA

Nas operações de remoção/recolocação, não aplicar forças maiores de 120N sobre o conector (6) do eletroinjetor para não prejudicar o seu funcionamento.

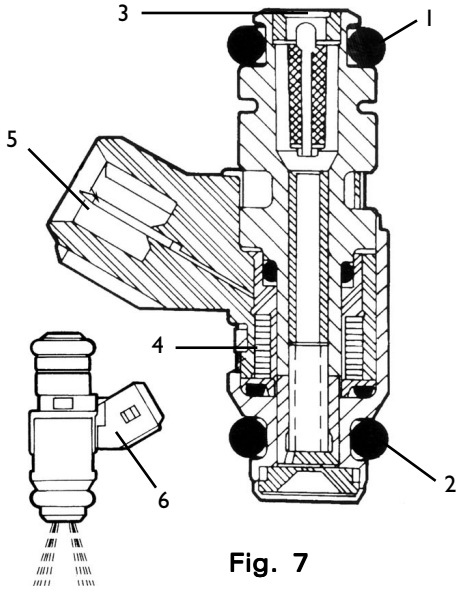


Fig. 7

Interruptor inercial de segurança

Com o objetivo de aumentar o grau de segurança para os ocupantes do veículo em caso de colisão, ele está equipado com um interruptor inercial situado no seu interior.

Este interruptor reduz a possibilidade de incêndio (devido a vazamento de combustível do sistema de alimentação) desativando a eletrobomba que alimenta o circuito de injeção.

O interruptor é composto de uma esfera de aço montada em um alojamento (sede de forma cônica) e mantida nesta posição através da força de atração de um ímã permanente.

Em caso de impacto violento do veículo, a esfera solta-se do bloqueio magnético e abre o circuito elétrico normalmente fechado (NF), interrompendo a ligação à massa da eletrobomba de combustível e, conseqüentemente, a alimentação do sistema de injeção.

Para restabelecer a ligação à massa da eletrobomba, é necessário apertar o interruptor até perceber o estalido de ligação.

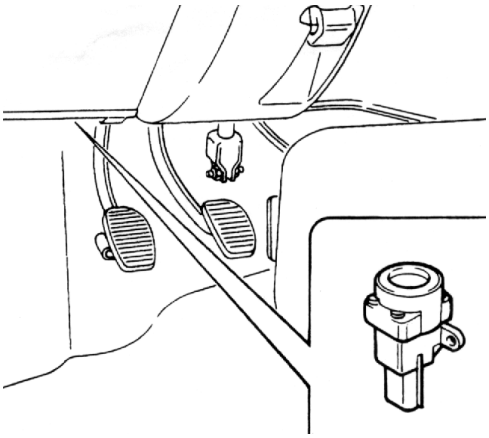
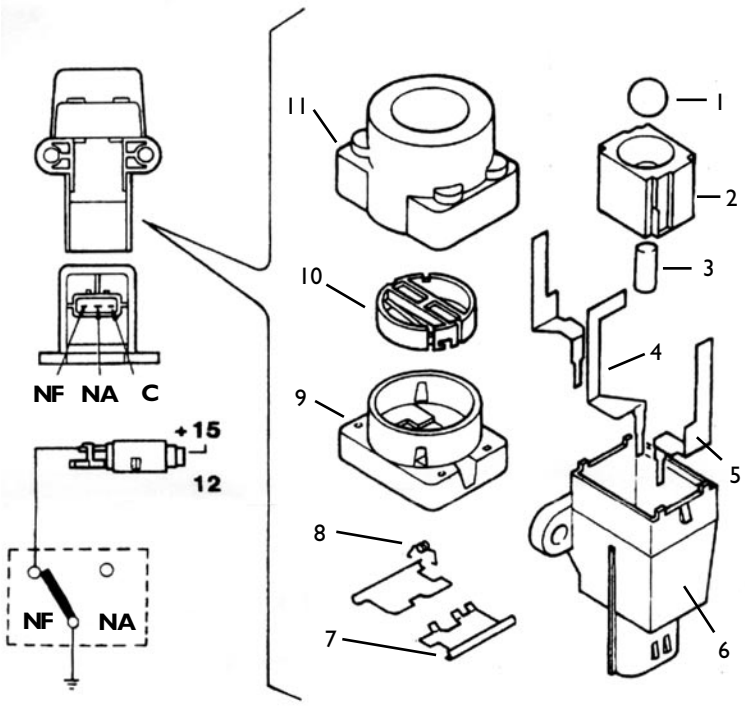


Fig. 8

NOTA

Depois de um impacto, mesmo que aparentemente de pouca gravidade, se houver cheiro de combustível ou indícios de perdas do sistema de alimentação, não apertar o interruptor: procurar primeiro o problema e resolvê-lo, para evitar riscos de incêndio.

Peças que compõem o interruptor inercial



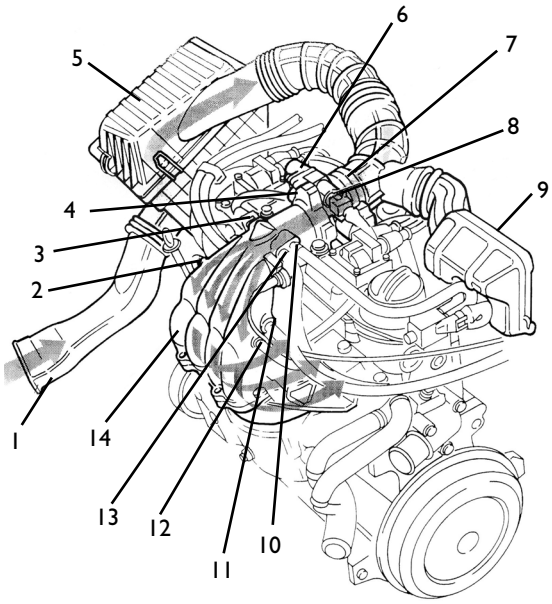
1. esfera
2. sede do ímã
3. ímã
4. trava
5. trava
6. corpo inferior
7. contato móvel
8. mola
9. corpo superior
10. botão
11. capa
12. eletrobomba do combustível

C= terminal comum
NF= normalmente fechado
NA= normalmente aberto

Fig. 9

Circuito de admissão do ar

O circuito de admissão do ar é constituído por vários componentes que efetuam o transporte correto da quantidade de ar necessária para o motor, nas diferentes condições de funcionamento.



1. bocal de aspiração
2. tomada de vácuo para regulador de pressão do combustível
3. sensor de temperatura do ar aspirado
4. sensor de posição da borboleta aceleradora
5. filtro de ar
6. atuador de marcha lenta
7. corpo de borboleta
8. aquecedor do corpo de borboleta
9. ressonador
10. tomada para o sistema de anti-evaporação
11. tomada para o servo freio
12. tomada para o sensor de pressão absoluta
13. tomada de admissão do gás do cárter do motor
14. coletor de admissão

Fig. 10

Corpo de borboleta

O corpo de borboleta tem função de dosar a quantidade de ar fornecida ao motor (e também a potência por este gerada) em função da exigência do motorista, através do acelerador.

O corpo de borboleta está fixado ao coletor de admissão e a borboleta é aberta através de um conjunto de alavancas que desenvolve um sistema de abertura tal, de maneira a obter, em relação ao curso do pedal do acelerador, pequenos ângulos de abertura com o pedal pouco pressionado e ângulos maiores, com o pedal muito pressionado.

Com o pedal completamente relaxado (motor parado ou em marcha lenta), o ar suplementar necessário é fornecido pelo atuador de marcha lenta do motor; nestas condições, a alavanca de abertura da borboleta entra em contato com um parafuso antiemperramento que impede o bloqueio da borboleta em posição fechada.

Para evitar eventuais fenômenos de condensação e formação de gelo que poderiam aparecer em determinadas condições externas de baixa temperatura e/ou alta taxa de umidade, o corpo borboleta está equipado com um aquecedor elétrico específico.

Aquecedor do corpo de borboleta

O aquecedor está situado na parte superior do corpo de borboleta e constitui-se de um resistor alimentado pela tensão da bateria quando a chave de ignição estiver em MARCHA(+15). O aquecedor está protegido por um fusível de 10A situado ao lado dos fusíveis do sistema de injeção/ignição.

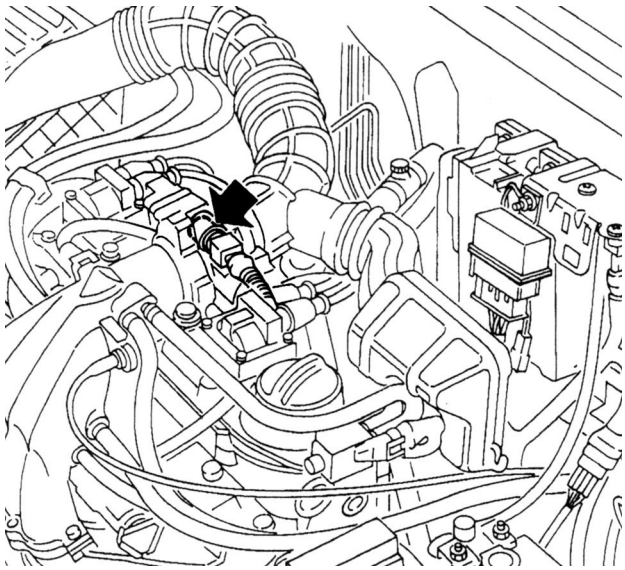


Fig. 11

Sensor de posição da borboleta

O sensor é composto de um potenciômetro cuja parte móvel é comandada pelo eixo da borboleta aceleradora.

O potenciômetro está colocado numa peça de plástico e é munido de duas abas, nas quais há dois furos com a função de garantir a fixação e a posição do sensor em relação à borboleta.

Assim, não é necessário efetuar nenhum tipo de regulagem na sua posição angular, já que é a própria central que, através de adequados algoritmos auto-adaptadores, reconhece as condições de borboleta completamente fechada ou aberta. Uma tomada com três terminais (ABC) situada na peça efetua a ligação elétrica com a central de injeção/ignição eletrônica.

A central de comando alimenta, durante o funcionamento, o potenciômetro com uma tensão de 5 volts. O parâmetro medido é a posição da borboleta do mínimo à abertura total para o controle de injeção.

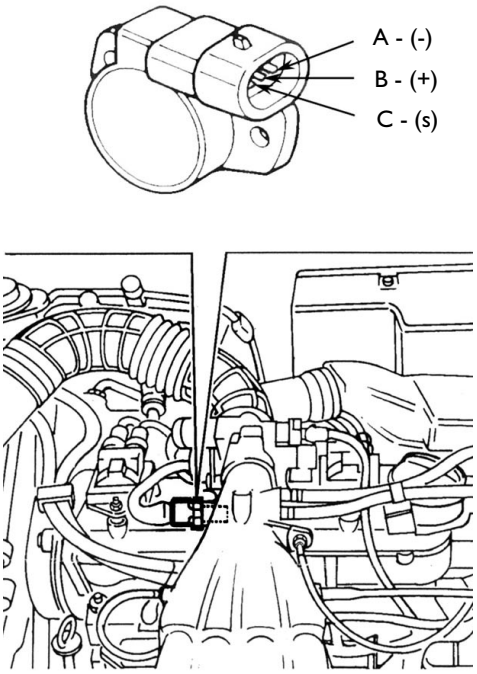


Fig. 12

Com base na tensão de saída, a central reconhece a condição de abertura da borboleta e corrige a mistura adequadamente.

Com a borboleta fechada, um sinal elétrico de tensão é enviado à central, que realizará o reconhecimento da condição de marcha lenta e de *cut-off* (distinguindo-as com base no número de rotações do motor).

O potenciômetro é do tipo linear (mono-rampa); as suas características principais são:

- ângulo elétrico útil: 90º ± 2º

- curso mecânico total: 110º ± 8º

- temperatura de trabalho: de -30ºC a 125ºC

Recovery

É adotado um valor calculado em função da pressão presente no coletor de admissão e do número de rotações.

O gráfico a seguir indica o valor de tensão fornecida pelo sensor em função do ângulo de abertura da borboleta.

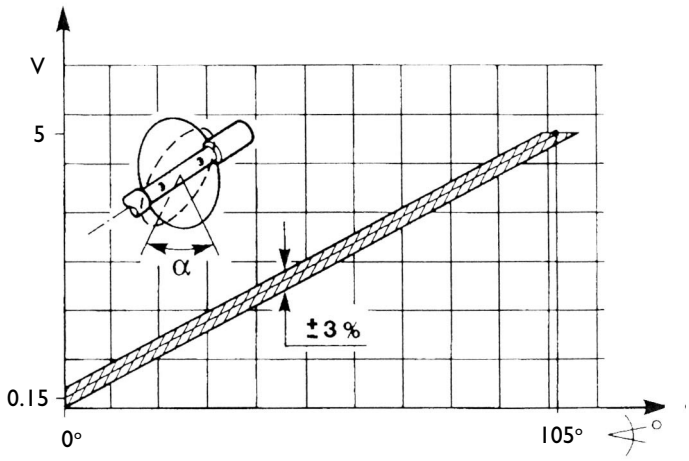


Fig. 13

Sensor de temperatura do ar aspirado

O sensor está instalado no tubo de admissão de ar.

É formado por um corpo de latão do qual sai um conector de plástico que protege o verdadeiro elemento resistivo, constituído por um termistor de tipo NTC (Coeficiente de Temperatura Negativo, em virtude do qual a resistência elétrica do sensor diminui com o aumento da temperatura).

O termistor NTC, em função da temperatura do ar aspirado no coletor, varia a sua resistência ôhmica de acordo com o diagrama na figura a seguir.

A tensão de referência, mesmo para o sensor de ar, é de 5V. Dado que o circuito eletro-eletrônico de alimentação é projetado como divisor de tensão, esta tensão é dividida entre uma resistência existente na central eletrônica e a resistência NTC do sensor de ar. Resulta que a central eletrônica é capaz, durante todo o tempo, de avaliar as variações de resistência do sensor através das mudanças de tensão e obter, assim, a informação sobre a temperatura do ar aspirado.

Esta informação, junto com a informação de pressão absoluta, é utilizada pela central eletrônica para estabelecer a DENSIDADE DO AR que é um dado essencial para se poder chegar à quantidade de ar aspirado pelo motor, em função da qual, o próprio microprocessador terá de elaborar o tempo de injeção, isto é, a quantidade exata de gasolina fornecida.

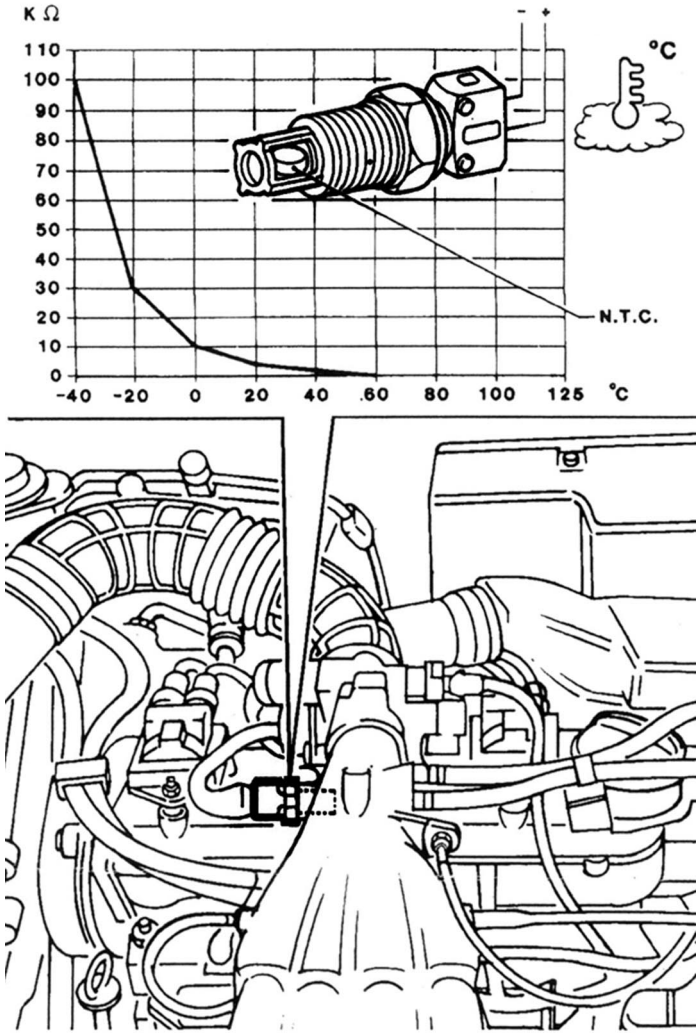
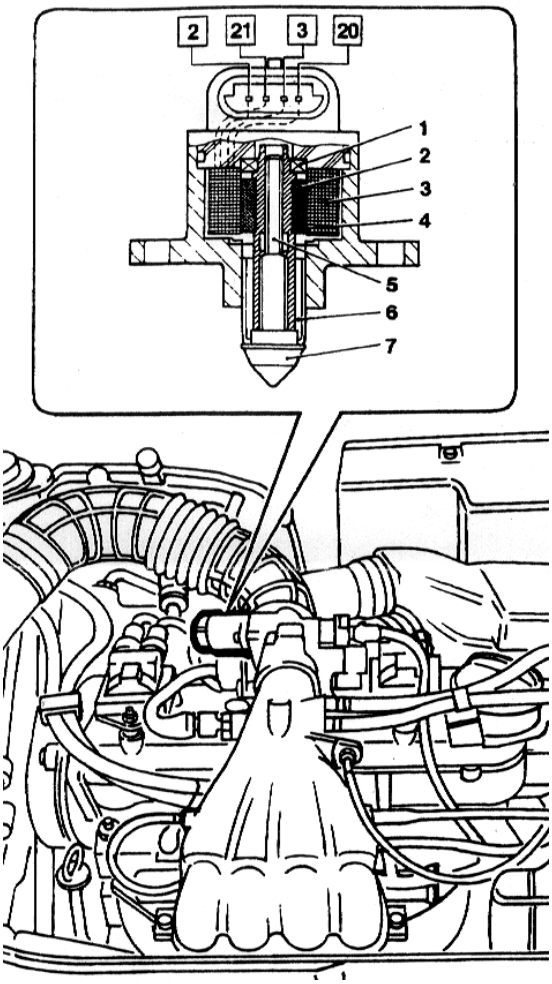


Fig. 14

Recovery

Se for detectada uma temperatura superior ou inferior a determinados limites, toma-se a temperatura do ar igual à temperatura do líquido de arrefecimento. Em caso de defeito simultâneo do sensor de temperatura do líquido de arrefecimento, a central eletrônica estabelece um valor fixo de temperatura.

Atuador de marcha lenta do motor (motor de passo a passo)



1. rolamento
2. rosca interna
3. bobina
4. ímã
5. parafuso
6. ranhuras anti-rotação
7. obturador

Fig. 15

O atuador está instalado no corpo borboleta e é composto de:

- um motor elétrico de passo a passo munido de dois enrolamentos no estator e de um rotor que compreende um certo número de pares de pólos magnéticos permanentes;

- um redutor do tipo rosca sem fim interna que transforma o movimento rotatório em movimento retilíneo.

Um motor, para funcionar em marcha lenta, isto é, com a borboleta aceleradora (4) completamente fechada, necessita de uma certa quantidade de ar (Qo) e de combustível para vencer os atritos internos.

À quantidade de ar (Qo) que chega do filtro, que em marcha lenta passa através da borboleta (4) em posição fechada, é preciso acrescentar, durante as fases de aquecimento do motor ou ao ligar os acessórios elétricos ou de cargas externas existentes (condicionador de ar, etc.), uma maior quantidade de ar (Q) para que o motor possa manter constante o valor de rotação.

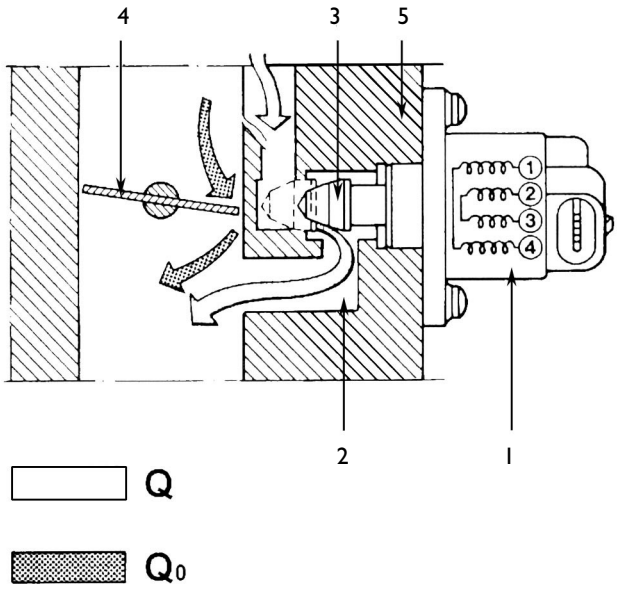


Fig. 16

Para obter este resultado, o sistema utiliza um motor de passo a passo (1) fixado ao corpo de borboleta (5) subordinado à central eletrônica de injeção/ignição que, durante o funcionamento, desloca uma haste munida de obturador (3) que varia a seção de passagem do conduto de *by-pass* (2) e, conseqüentemente, a quantidade de ar (Qo + Q) aspirada pelo motor.

A central eletrônica de comando utiliza, para regular este tipo de ação, os parâmetros de velocidade angular do motor e temperatura do líquido de arrefecimento provenientes dos respectivos sensores.

O motor elétrico de passo a passo é caracterizado por uma elevada precisão e resolução (cerca de 20 rotações). Os impulsos enviados pela central eletrônica de comando ao motor são transformados de movimento rotatório a movimento linear de deslocamento (cerca de 0,04mm/passo), através de um

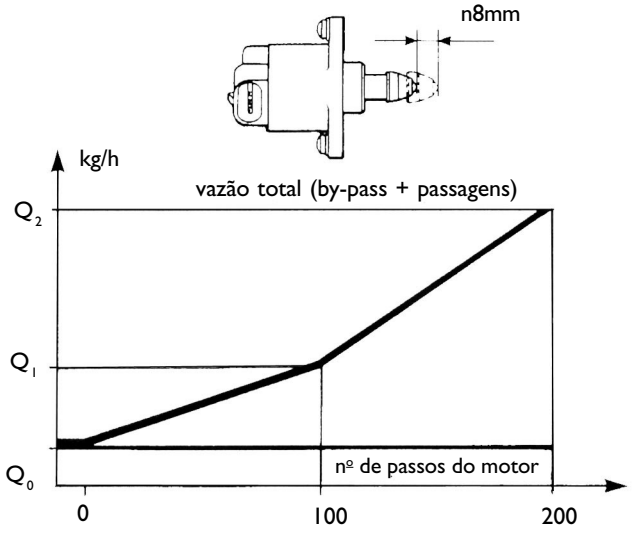


Fig. 17 - Diagrama da vazão do ar - nº passos

mecanismo de tipo rosca sem fim interna, acionando o obturador, cujos deslocamentos variam a seção do conduto de *by-pass*.

A vazão de ar mínima (Qo) de valor constante é devida à passagem sob a borboleta, a qual é regulada na fábrica e garantida por uma tampa de inviolabilidade. A vazão máxima (Q2) é garantida pela posição de máxima retração do obturador (cerca de 200 passos, correspondentes a 8mm). Entre estes dois valores, a vazão do ar segue a lei indicada no gráfico anterior (Fig. 17).

Estratégias do atuador de marcha lenta do motor

O número dos passos de trabalho varia em função das condições do motor conforme as seguintes fases:

- **Fase de partida**

Ao girar a chave de ignição para a posição MARCHA atuador da marcha lenta, comandado pela central eletrônica de injeção/ignição, posiciona-se em função da temperatura do líquido de arrefecimento do motor e em função da tensão da bateria.

- **Fase de regulagem térmica**

O número de rotações é corrigido principalmente em função da temperatura do líquido de arrefecimento do motor.

- **Motor em temperatura normal de trabalho**

O controle da marcha lenta depende do sinal proveniente do sensor de número de rotações do motor. Ao ligar cargas externas, a central eletrônica controla a marcha lenta,levando-a ao número de rotações pré-estabelecido.

- **Em desaceleração**

A central eletrônica reconhece a fase desaceleração através da posição do potenciômetro da borboleta. Comanda a posição do motor de passo a passo através da lei de vazão em marcha lenta (lei de *DASH-POT*), ou seja, diminui a velocidade de retorno do obturador (3) para a sua sede de apoio, conseguindo que uma quantidade de ar desviada através do furo (2) chegue ao motor e reduza os compostos poluentes nos gases de escapamento(Fig. 16)

Recovery

Funcionamento do atuador desativado.

Sensor de pressão absoluta

O sensor (1) está alojado dentro do vão do motor e está ligado através de uma mangueira de borracha (2) ao coletor de admissão.

O elemento sensível contido na peça de plástico (1) é composto de uma ponte de resistências (ponte de *Wheatstone*) serigrafadas numa placa de cerâmica muito fina (diafragma) de forma circular, montada na parte inferior de um suporte de forma anular.

O diafragma separa duas câmaras: na câmara inferior lacrada, foi criado o vácuo, enquanto que a câmara superior está em comunicação direta com o coletor de admissão através de uma mangueira de borracha (2).

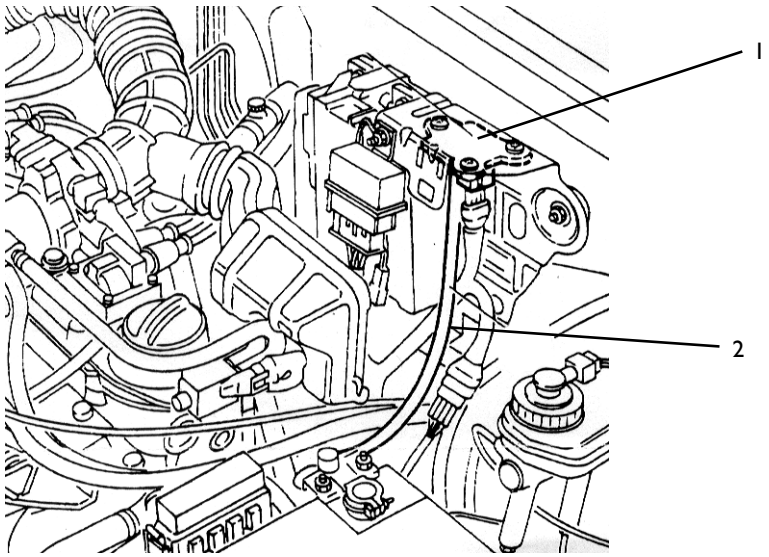


Fig. 18

O sinal (de natureza piezorresistiva) que deriva da deformação sofrida pela membrana, antes de ser enviado à central eletrônica, é amplificado por um circuito eletrônico (5) contido no mesmo suporte onde se aloja a membrana de cerâmica.

O diafragma, com o motor desligado, curva-se em função do valor da pressão atmosférica; desta maneira, com a chave de ignição na posição MARCHA, obtém-se a exata informação de referência da altitude.

O motor em funcionamento gera uma depressão que causa uma ação mecânica do diafragma do sensor, o qual se curva, fazendo variar o valor das resistências (4).

Dado que a alimentação é mantida rigorosamente constante (5V) pela central eletrônica, variando o valor das resistências, o valor da tensão na saída varia proporcionalmente à depressão existente no coletor de admissão, de acordo com o diagrama (3) indicado na Fig. 19.

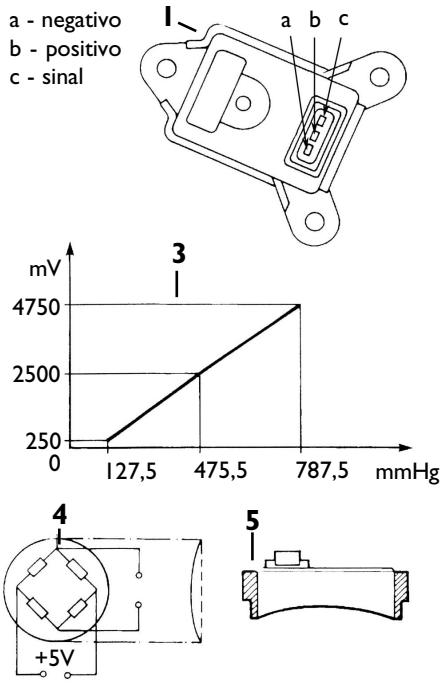


Fig. 19

Recovery

O valor de pressão é calculado em função do ângulo da borboleta aceleradora e do número de rotações. Em caso de defeito do sensor de posição da borboleta, é atribuído um valor fixo de regulagem.

Circuito elétrico/eletrônico

Tem a função de ligar eletricamente todos os componentes do sistema de injeção/ignição. É constituído principalmente por uma central eletrônica de comando e pelos seguintes elementos:

- relé duplo de alimentação do sistema;
- sensor de posição da borboleta aceleradora;
- sensor de temperatura do líquido de arrefecimento do motor;
- eletrobomba de combustível imersa no tanque;
- quatro eletroinjetores;
- sensor de pressão absoluta;
- sensor de temperatura do ar aspirado;
- atuador da marcha lenta do motor (motor de passo a passo);
- sensor de rotações e PMS;
- duas bobinas de ignição;
- sonda lambda;
- eletroválvula de controle dos vapores de combustível;
- quatro velas de ignição;
- interruptor inercial de segurança;
- sensor de detonação;
- aquecedor do corpo de borboleta.

Central eletrônica de comando da injeção/ignição

A central eletrônica de controle do sistema de injeção/ignição, está ligada ao chicote elétrico mediante um conector múltiplo de 35 terminais.

É uma unidade de tipo digital com microprocessador, caracterizada pela elevada velocidade de cálculo, precisão, confiabilidade, versatilidade, baixo consumo de energia e sem necessidade de manutenção.

Para ela, confluem todos os dados sobre as condições de funcionamento do motor que lhe são transmitidos pelos diversos sensores.

A função da central eletrônica é elaborar os sinais provenientes dos sensores através da aplicação dos algoritmos *software* e comandar a pilotagem dos atuadores (em especial: os eletroinjetores, as bobinas de ignição e o atuador de marcha lenta) a fim de obter o melhor funcionamento possível do motor.

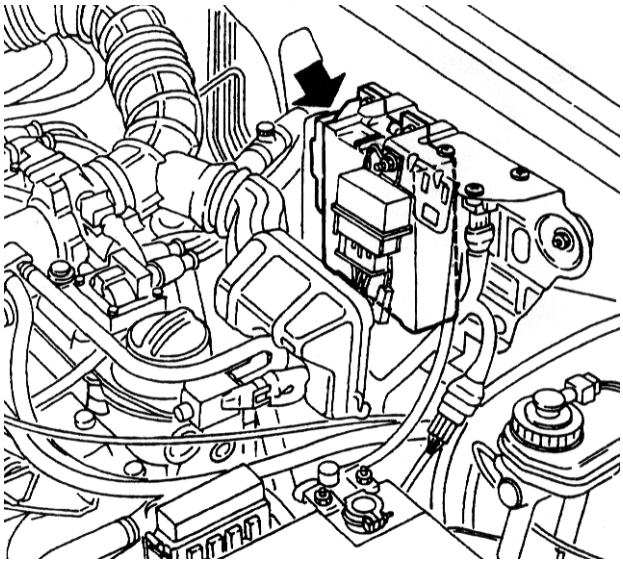


Fig. 20 - Posicionamento da central eletrônica de comando da injeção/ignição

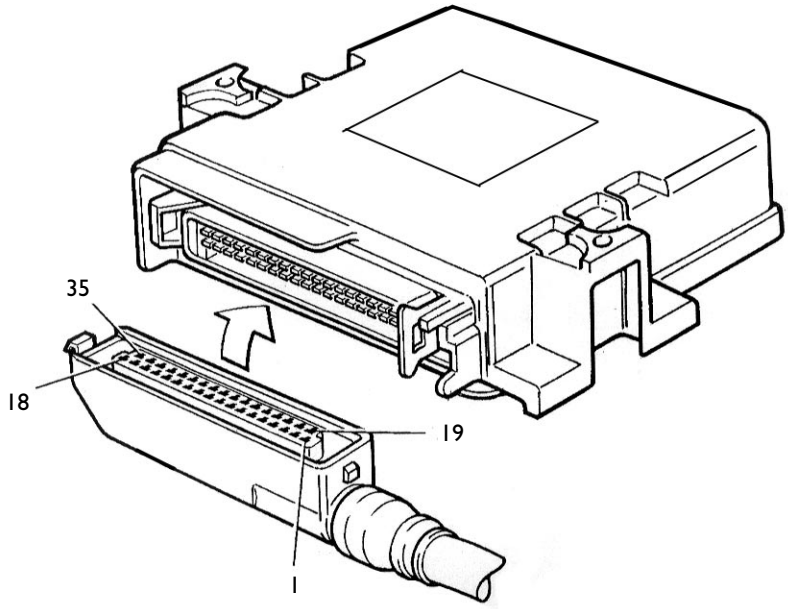


Fig. 21 - Identificação das ligações na central eletrônica (*pin-out*)

Esquema elétrico do sistema de injeção/ignição

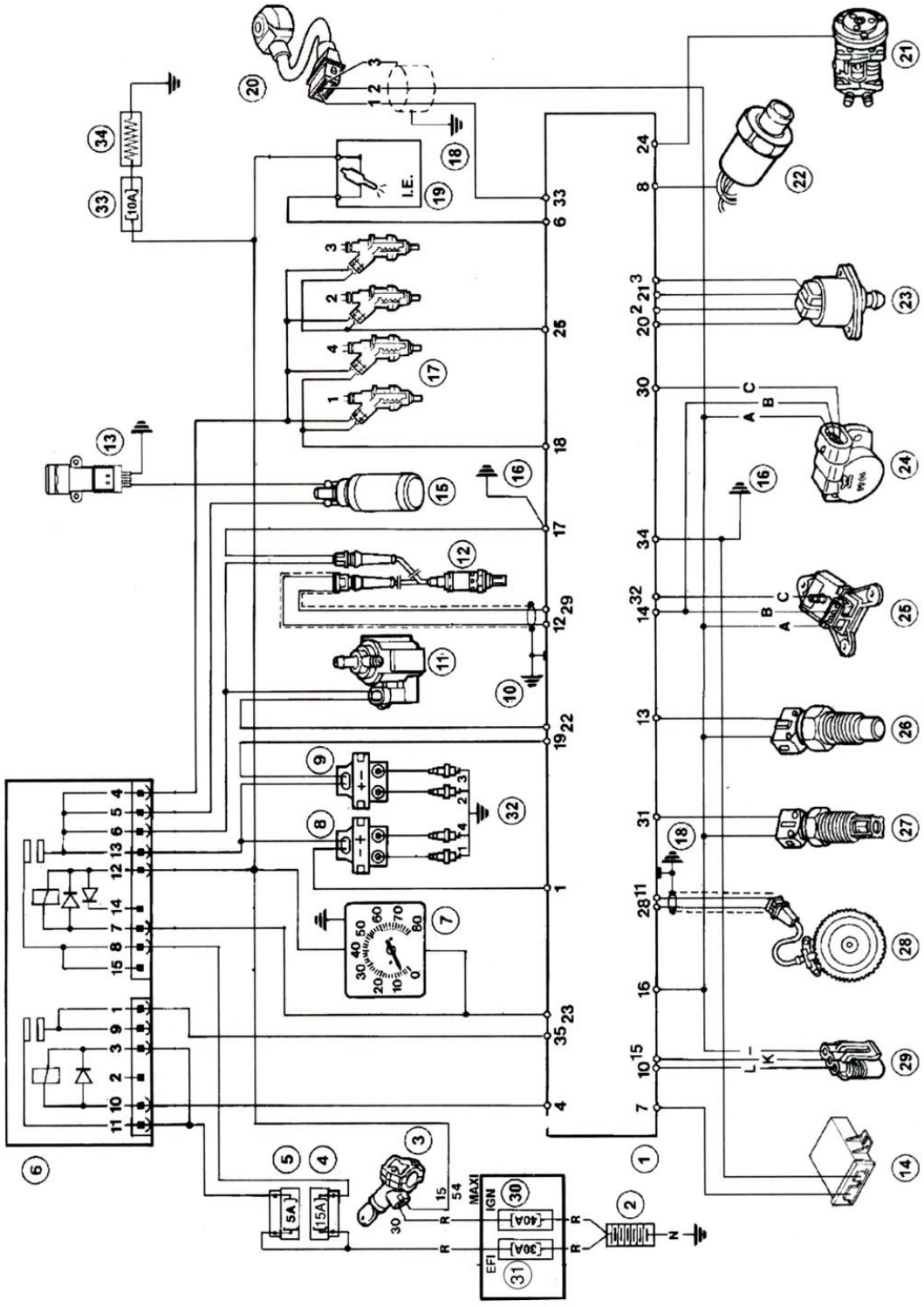


Fig. 22

Identificação das ligações na central eletrônica (*pin-out*)

Números sem círculo na fig.22

1. comando da bobina de ignição dos cilindros 1–4
2. comando da bobina 1 do motor de passo a passo
3. comando da bobina 3 do motor de passo a passo
4. comando do relé duplo
5. N.C. (= não conectável)
6. comando da lâmpada piloto de defeito
7. imobilizador eletrônico
8. entrada do sinal do condicionador de ar
9. N. C.
10. sinal de diagnose da linha "L"
11. massa do sensor de rotações e PMS
12. massa do sensor da sonda lambda
13. entrada do sinal do sensor de temperatura do líquido de arrefecimento do motor
14. alimentação de referência (+ 5V) do sensor de posição da borboleta e sensor de pressão absoluta
15. sinal de diagnose da linha "K"
16. massa dos sensores:
    - potenciômetro da borboleta aceleradora
    - sensor de temperatura do ar aspirado
    - sensor de pressão absoluta
    - sensor da temperatura do líquido de arrefecimento do motor
17. massa do motor
18. comado dos eletroinjetores dos cilindros 1–4
19. comando da bobina de ignição dos cilindros 2–3
20. comando da bobina 4 do motor de passo a passo
21. comando da bobina 2 do motor de passo a passo
22. comando da eletroválvula
23. saída do sinal da conta-giros
24. comando do condicionador de ar
25. comando dos eletroinjetores dos cilindros 2–3
26. N. C.
27. N. C.
28. positivo do sensor de rotações e PMS
29. sonda lambda
30. entrada do sinal do sensor do potenciômetro da borboleta aceleradora.
31. entrada do sinal do sensor de temperatura do ar aspirado
32. entrada do sinal do sensor de pressão absoluta
33. sensor de detonação
34. massa do motor
35. alimentação da bateria

Legenda dos componentes - Números circulados na fig.22

1. central eletrônica de injeção/ignição
2. bateria
3. comutador de ignição
4. fusível de 15A de proteção dos componentes alimentados pelo relé duplo (eletrobomba, sonda lambda, eletroinjetores e eletroválvula interceptadora dos vapores de combustível)
5. fusível de 5A de proteção da central de injeção/ignição
6. relé duplo
7. conta-giros
8. bobina de ignição dos cilindros 1–4
9. bobina de ignição dos cilindros 2–3
10. massa na carroceria
11. eletroválvula interceptadora dos vapores de combustível
12. sonda lambda
13. interruptor inercial
14. central de imobilização eletrônica
15. eletrobomba de combustível
16. massa do motor
17. eletroinjetores
18. massa na carroceria
19. lâmpada piloto de defeito no sistema
20. sensor de detonação
21. compressor do condicionador de ar
22. pressostato de três níveis
23. atuador da marcha lenta
24. sensor de posição da borboleta
25. sensor de pressão absoluta
26. sensor da temperatura do líquido de arrefecimento do motor
27. sensor de temperatura do ar aspirado
28. sensor de rotações e PMS
29. tomada de diagnose
30. fusível geral de 40A de proteção dos acessórios ligados ao interruptor do comando de ignição
31. fusível geral de 30A de proteção do sistema de injeção/ignição
32. velas
33. fusível de 10A de proteção do aquecedor do corpo de borboleta
34. aquecedor do corpo de borboleta

Diagrama elétrico geral do sistema de injeção/ignição
(somente para versões a gasolina)

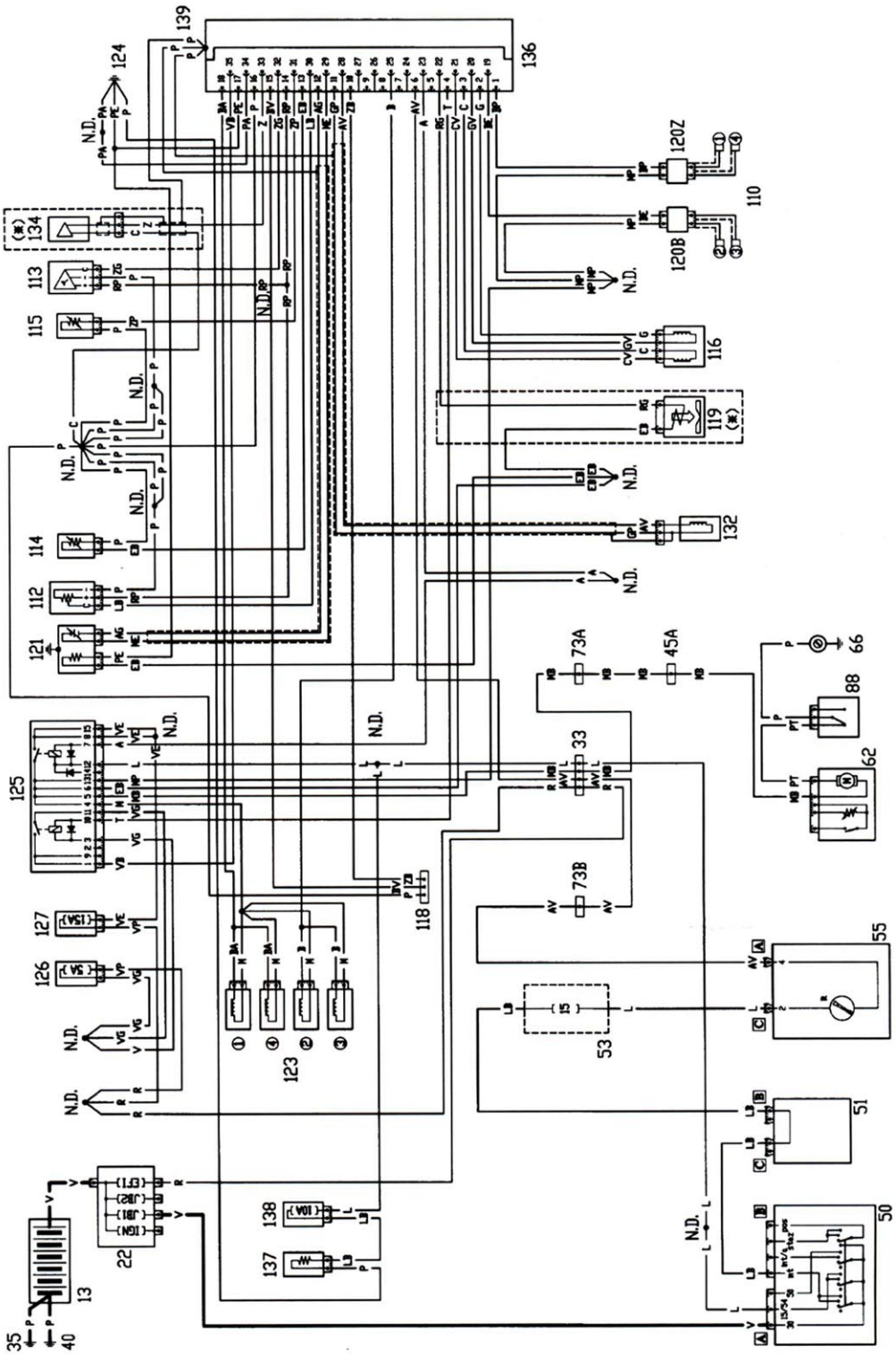


Fig. 23

13. bateria
22. caixa dos fusíveis "MAXI"
33. conexão do chicote dianteiro (chicote do motor)
35. massa no motor
40. massa na bateria
45. conexão do chicote do painel porta-instrumentos com chicote traseiro
50. comutador da ignição
51. conjunto dos comandos de direção
53. caixa de fusíveis
55. quadro de instrumentos
62. medidor do nível do combustível/eletrobomba do combustível
66. massa no interruptor inercial
73. conexão do chicote do painel porta-instrumentos com o chicote dianteiro
88. interruptor inercial
110. velas de ignição
112. potenciômetro da borboleta
113. sensor da pressão absoluta
114. sensor da temperatura do ar
115. sensor da temperatura da água
116. atuador passo a passo (marcha lenta)
118. tomada de diagnose para o sistema de injeção/ ignição
119. eletroválvula canister (somente para versões a gasolina)
120. bobina de ignição
121. sonda lambda
123. eletroinjetores
124. massa no motor para a central
125. relé múltiplo
126. fusível de 5A de proteção do sistema de ignição
127. fusível de 15A de proteção dos dispositivos do sistema de injeção
132. sensor de rotação e PMS
134. sensor de detonação (somente para versões a gasolina)
136. central eletrônica de injeção/ignição
137. aquecedor do corpo de borboleta
138. fusível de 10A de proteção do aquecedor do corpo de borboleta
139. massa sobre a central eletrônica

Cores dos cabos

A- azul escuro

B- branco

C- cinza

E- verde

G- amarelo

L- alaranjado

M- marrom

P- preto

V- vermelho

R- rosa

T- violeta

Z- Azul claro

Esquema das informações de entrada /saída da central aos respectivos sensores/atuadores do sistema

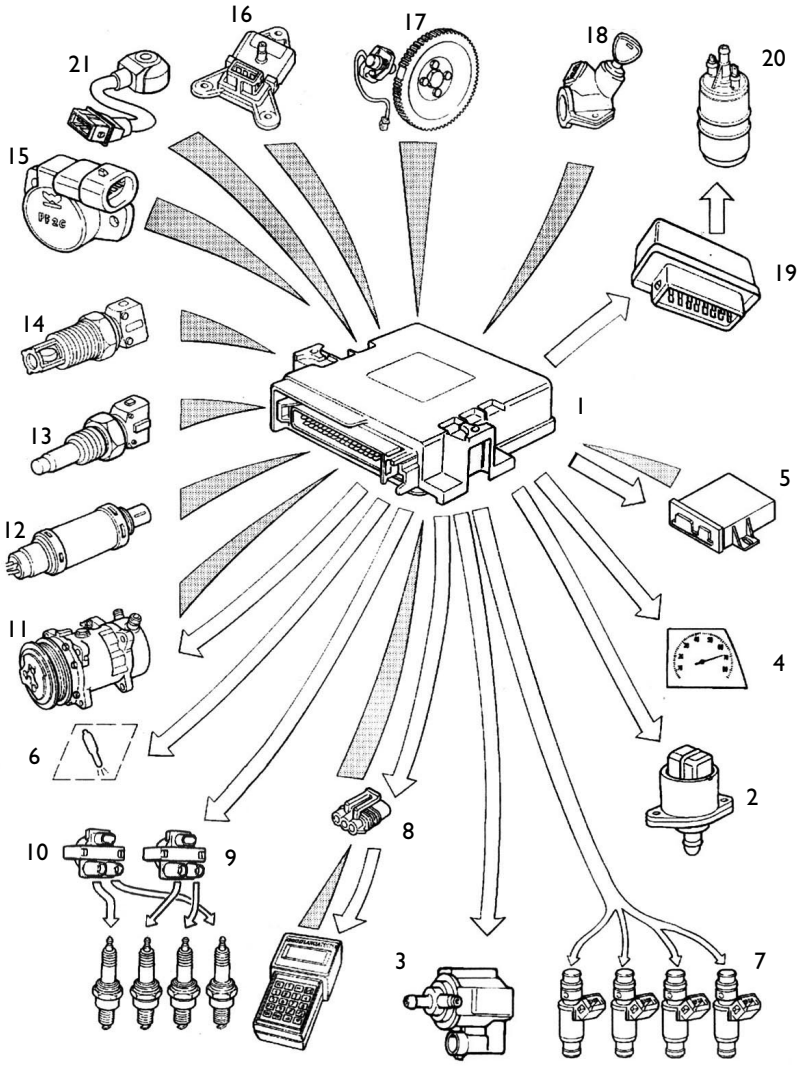


Fig. 24

1. central eletrônica
2. atuador de marcha lenta
3. eletroválvula interceptadora dos vapores de combustível
4. conta-giros
5. central de imobilização eletrônica
6. lâmpada piloto de defeito do sistema de injeção
7. eletroinjetores
8. tomada de diagnose
9. bobina de ignição dos cilindros 2-3
10. bobina de ignição dos cilindros 1-4
11. compressor do condicionador de ar
12. sonda lambda
13. sensor de temperatura do líquido de arrefecimento do motor
14. sensor de temperatura do ar aspirado
15. sensor de posição da borboleta aceleradora
16. sensor de pressão absoluta
17. sensor de rotação e PMS
18. comutador de ignição
19. relé duplo
20. eletrobomba de combustível
21. sensor de detonação

Localização dos componentes do sistema de injeção/ ignição no vão do motor

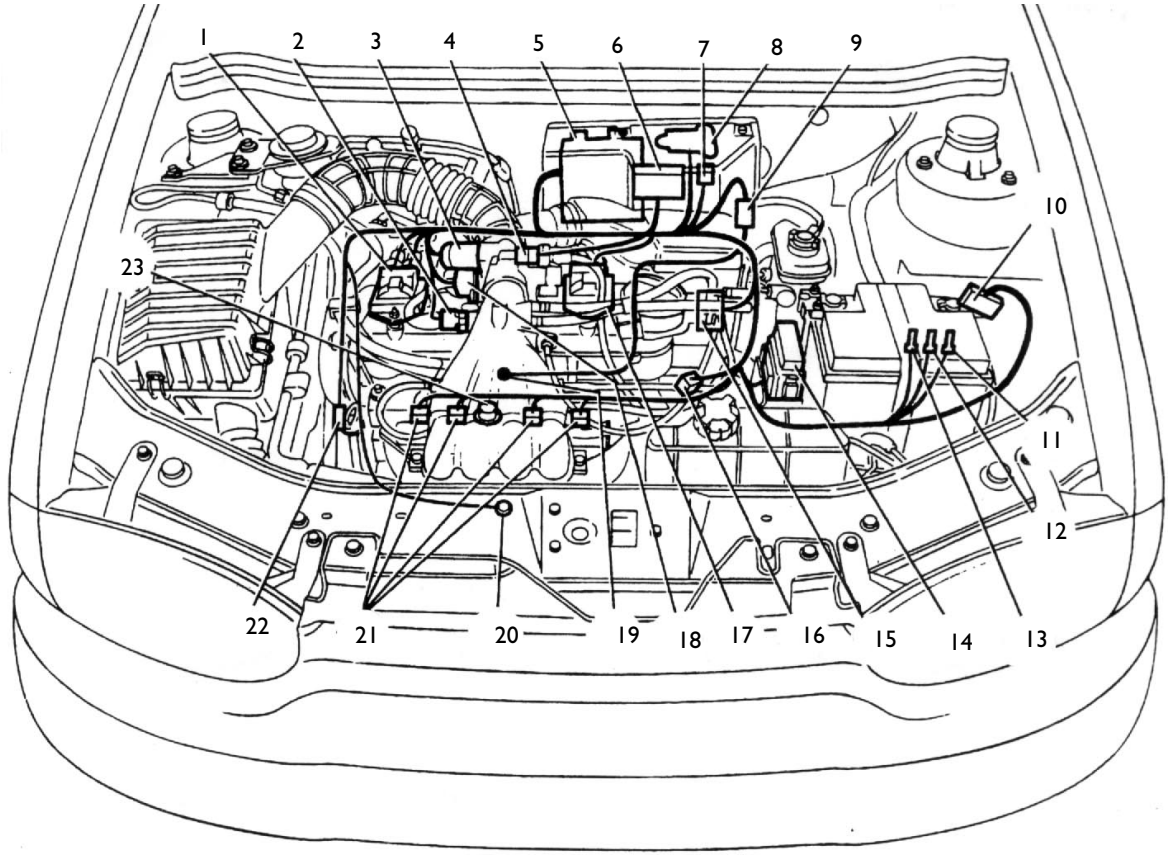


Fig. 25

1. bobina de ignição dos cilindros 2–3
2. sensor de temperatura do ar aspirado
3. atuador de marcha lenta
4. aquecedor do corpo de borboleta
5. central eletrônica de injeção/ignição
6. relé duplo
7. tomada de diagnose
8. sensor de pressão absoluta
9. conexão da sonda lambda
10. conexão do chicote de injeção com o chicote dianteiro
11. fusível de 15A de proteção dos componentes alimentados pelo relé duplo (eletrobomba, sonda lambda, eletroinjetores e eletroválvula interceptadora dos vapores de combustível)
12. fusível de 5A de proteção da central de injeção/ignição
13. fusível de 10A de proteção do aquecedor do corpo de borboleta
14. fusível geral de 30A de proteção do sistema
15. eletroválvula interceptadora dos vapores de combustível
16. sensor de temperatura do líquido de arrefecimento do motor
17. bobina de ignição dos cilindros 1–4
18. sensor de posição da borboleta aceleradora
19. sonda lambda
20. sensor de detonação
21. eletroinjetores
22. sensor de rotação/PMS
23. regulador de pressão de combustível

Fusíveis e relés do sistema de injeção/ignição

• Fusível geral de proteção do sistema

O fusível geral (EFI 30A) (1) de proteção do sistema de injeção/ignição está alojado dentro da caixa de fusíveis de potência MAXI; para ter acesso a ele, remover a tampa, soltando-a das travas laterais.

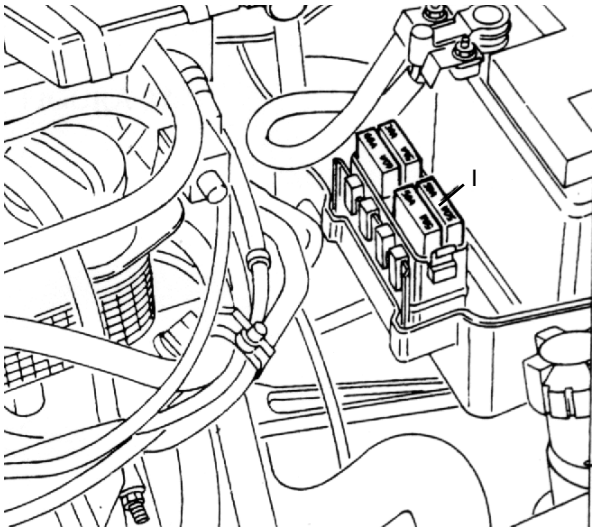


Fig. 26

• Relé duplo

O relé duplo está fixado a uma chapa de suporte presa no painel de fogo no vão do motor.

Para ter acesso ao relé, desapertar a braçadeira de fixação e remover a cobertura de proteção.

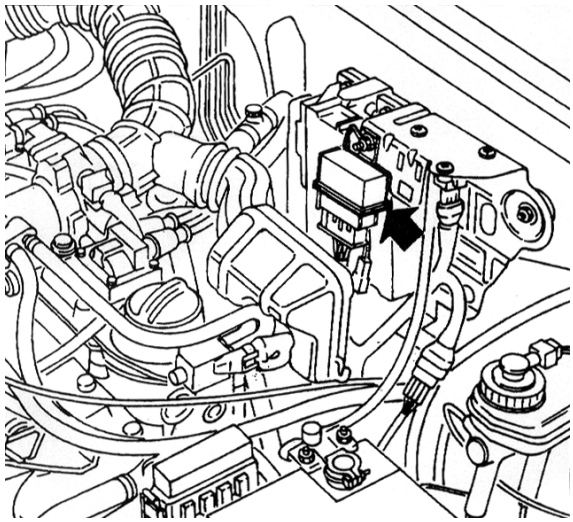


Fig. 27

• **Fusíveis**

Numa chapa de apoio situada do lado esquerdo da bateria estão alojados os seguintes fusíveis:

1. fusível de 10A de proteção do aquecedor do corpo da borboleta;

2. fusível de 5A de proteção da central;

3. fusível de 15A de proteção dos componentes alimentados pelo relé duplo (eletrobomba, sonda lambda, eletroinjetores e eletroválvula interceptadora dos vapores de combustível.)

Cada fusível está protegido por uma cobertura própria.

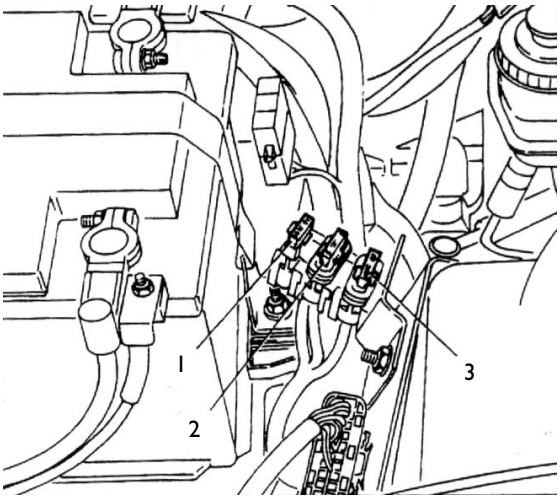
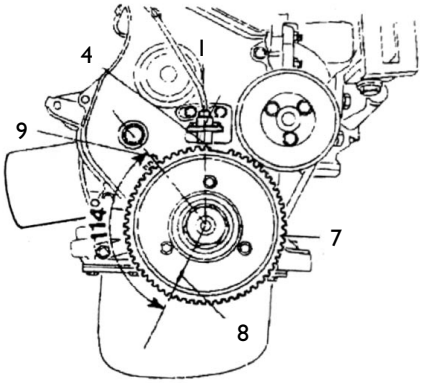


Fig. 28

Sensor de rotação do motor e PMS

O sensor (1) de rotações do motor e referência da posição angular da árvore de manivelas (identificação do PMS) está fixado no suporte do tensionador da correia dentada e fica de frente para a roda fônica (7) fixada na polia da árvore de manivelas.



1. sensor

4. espaçio de referência

7. polia da árvore de manivelas com roda fônica

8. marca de referência na roda fônica

9. marca de referência na tampa de distribuição

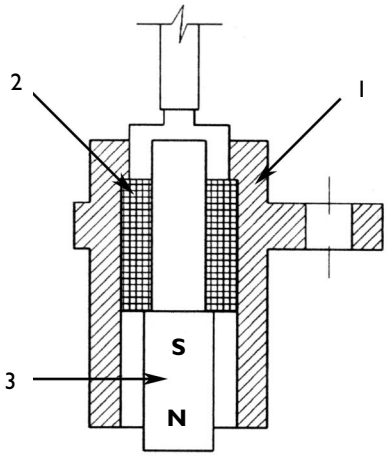
Fig. 29 - Posição do sensor de rotação e PMS no bloco do motor (vista frontal)

• Princípio de funcionamento

O sensor é constituído de um estojo tubular (1) dentro do qual há um ímã permanente (3) e uma bobina (2). O fluxo magnético criado pelo ímã (3) sofre oscilações derivadas da variação do entreferro, devido à passagem dos dentes da roda fônica (7).

Estas oscilações induzem uma força eletromotriz na bobina (2) em cujas extremidades manifesta-se uma tensão (5) alternada positiva (dente de frente para o sensor) e negativa (descida do dente de frente para o sensor). O valor de pico da tensão na saída do sensor depende da distância entre o sensor e o dente (entreferro).

Na roda fônica (7) existem sessenta dentes, dois dos quais são removidos para criar uma referência (4): o passo da roda corresponde, então, a um ângulo de 6º (360º divididos por 60 dentes). O ponto de sincronismo (6) é reconhecido no final do primeiro dente logo depois do espaço dos dois dentes que faltam: quando este transita sob o sensor, o motor encontra-se com o par de pistões 1– 4 a 114º antes do PMS (ângulo entre as marcas de referência (8) e (9) situados, respectivamente, na roda fônica e na tampa da distribuição). – (Figs. 29, 30 e 31)



1. sensor
2. bobina
3. ímã permanente
4. espaço de referência
5. sinal em saída
6. sinal correspondente aos dois dentes que faltam
7. polia da árvore de manivelas com roda fônica
8. marca de referência na roda fônica
9. marca de referência na tampa da distribuição

Fig. 30

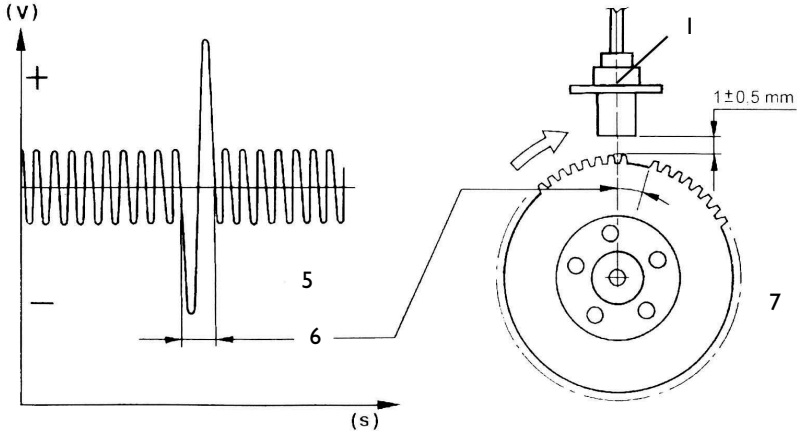


Fig. 31

Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento do motor

Dado que, com o motor frio, acontece um empobrecimento natural da mistura ar/combustível, determinado por:

- turbulência insuficiente, que as partículas de combustível têm com baixas temperaturas;

- evaporação do combustível reduzida, e forte condensação sobre as paredes internas do coletor de admissão;

a central eletrônica, adquirindo do sensor a informação sobre a temperatura do líquido de arrefecimento , efetua uma correção do tempo de injeção, com a lógica de aumentá-lo com motor "frio" e diminuí-lo, levando-o aos valores de mapeamento quando o motor trabalhar com sua "temperatura normal" de funcionamento.

O sensor está instalado no corpo da válvula termostática e é formado por um corpo de latão que serve de proteção ao verdadeiro elemento resistivo constituído por um termistor de tipo NTC (Coeficiente de Temperatura Negativo, em virtude do qual a resistência elétrica do sensor diminui com o aumento da temperatura).

A tensão de referência é de 5 volts; dado que o circuito de entrada na central eletrônica é projetado como divisor de tensão, esta tensão é dividida entre uma resistência existente na central eletrônica e a resistência NTC do sensor. Daí resulta que a central eletrônica é capaz de avaliar as variações de resistência do sensor através das mudanças da tensão e, assim, obter a informação de temperatura.

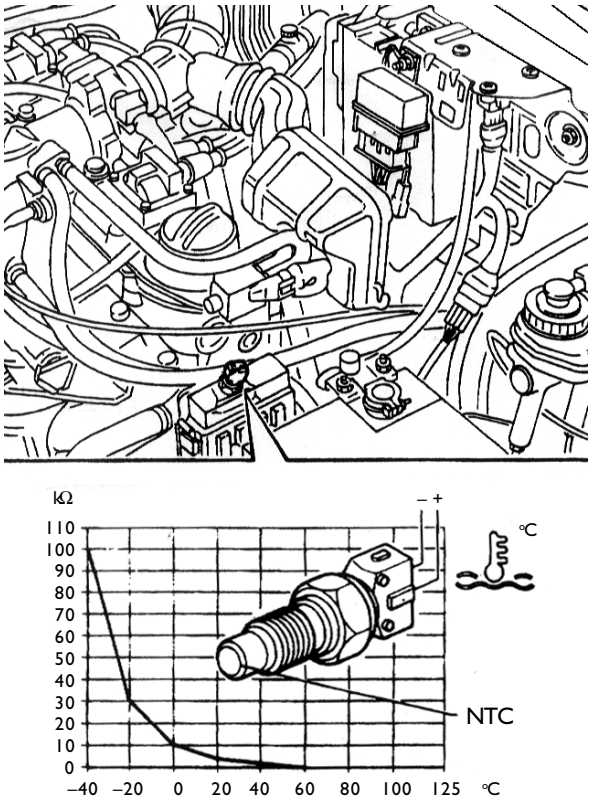


Fig. 32

Sensor de detonação

O sensor de detonação está situado no lado dianteiro inferior do bloco do motor.

Este sensor tem uma bucha passante para prevenir um aperto dinamométrico não apropriado. Em caso de substituição, não interpor arruelas ou espaçadores nas superfícies de contato entre o bloco do motor e sensor.

Quando o motor detona, são geradas vibrações de uma certa freqüência no bloco do motor.

O fenômeno gera uma vibração mecânica sobre um cristal piezelétrico que envia um sinal à central eletrônica, a qual, com base neste sinal, reduz o avanço de ignição, intervindo primeiro num par de cilindros (1 - 4 ou 2 - 3) e, depois, se a primeira intervenção não for suficiente, em todos os cilindros, até desaparecer o fenômeno. Em seguida, o avanço é gradualmente restabelecido ao valor base.

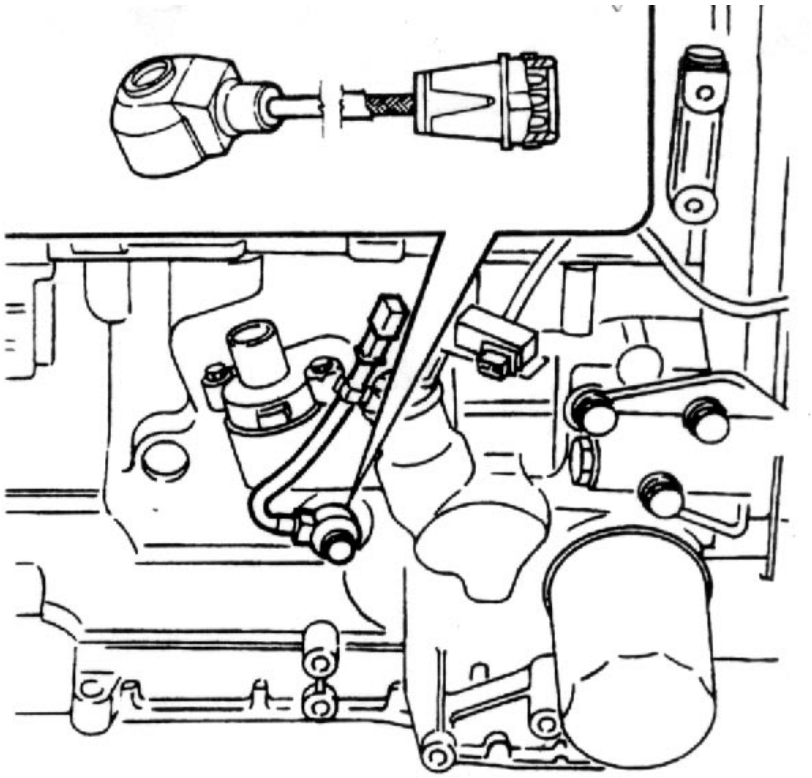


Fig. 33

Bobinas de ignição

As bobinas estão fixadas à tampa do cabeçote dos cilindros e são do tipo de circuito magnético fechado. As bobinas são formadas por um feixe laminar, cujo núcleo, interrompido por um entreferro fino, contém ambos os enrolamentos. Estes estão colocados numa peça de plástico estampado, imersos em resina epóxi que lhes dá extraordinárias propriedades dielétricas, mecânicas e térmicas, o que lhes permite suportar temperaturas elevadas. A proximidade do circuito primário em relação ao núcleo magnético reduz as perdas de fluxo magnético, tornando máximo o acoplamento no secundário.

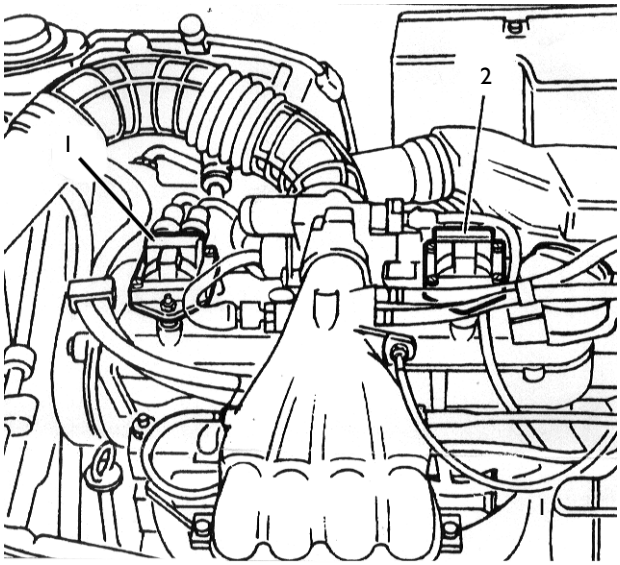
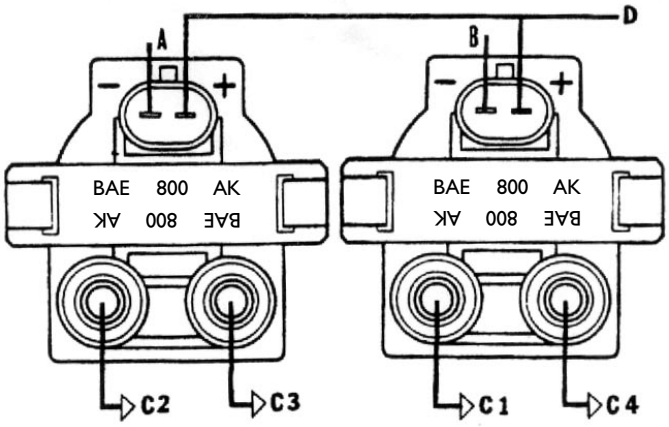


Fig. 34 - Bobinas 1 e 2

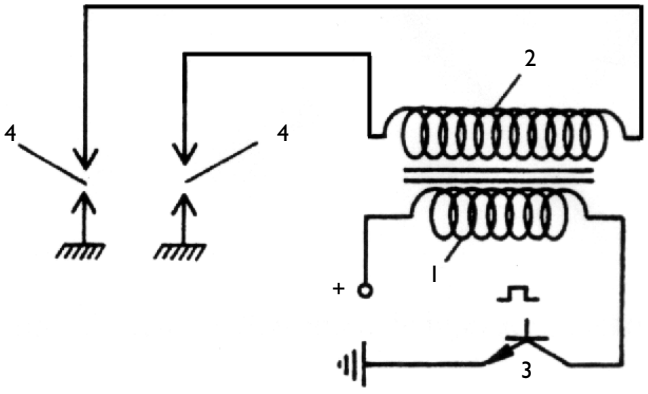


A - B - ligação aos terminais 19 e 1 da central eletrônica

C1 .... C4 - ligação às velas (como indicado pelos números gravados na armação das bobinas de ignição)

D- alimentação do relé duplo (com a chave de ignição na posição MARCHA)

Fig. 35



1. circuito primário
2. circuito secundário
3. módulo de potência, situado dentro da central eletrônica de injeção/ignição.
4. velas de ignição.

Fig. 36

Relé duplo

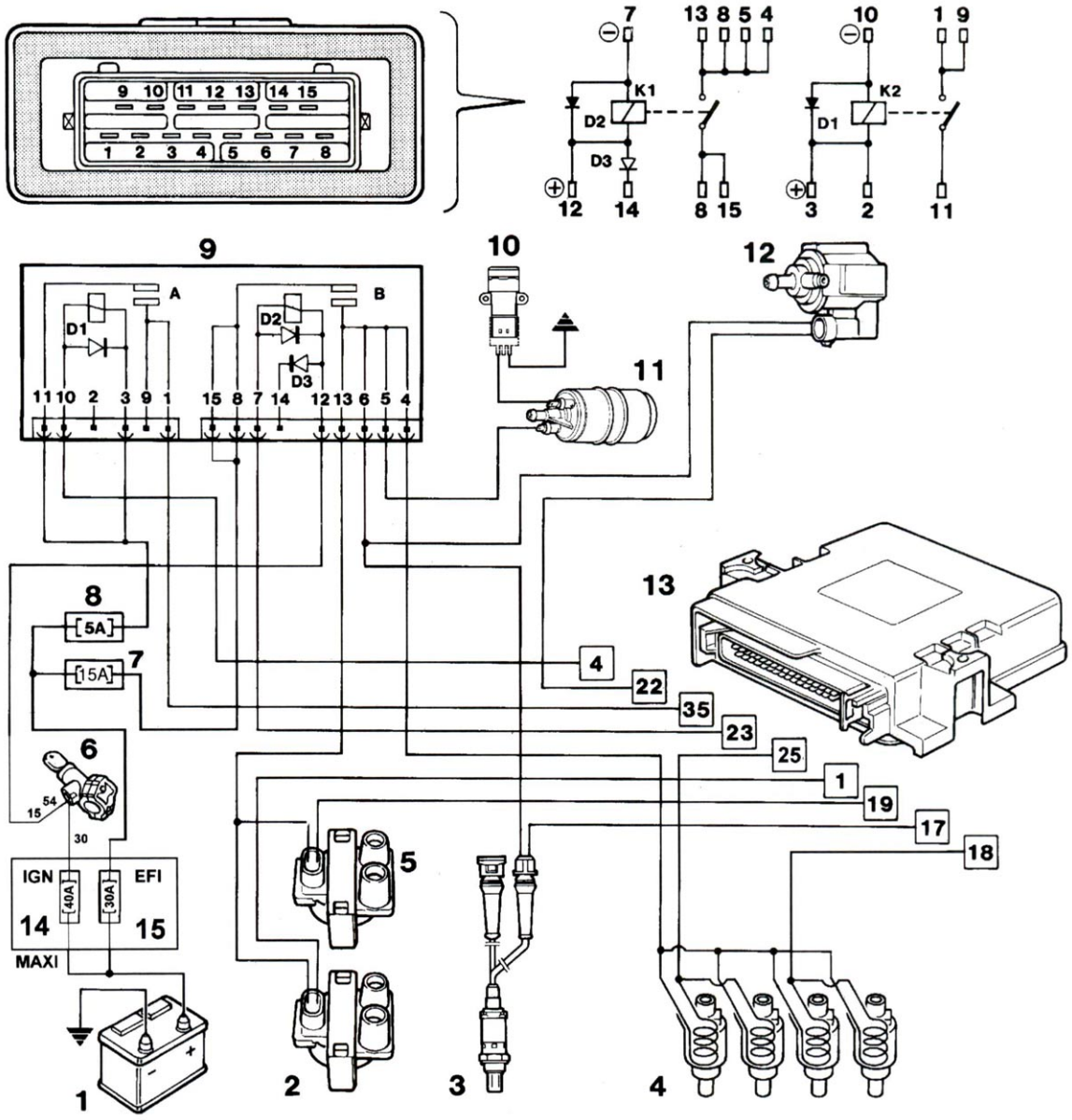


Fig. 37

1. bateria
2. bobina de ignição Nº 1 (cil. 1-4)
3. sensor de oxigênio ou sonda lambda
4. eletroinjetores
5. bobina de ignição Nº 2 (cil. 2 - 3)
6. comutador de ignição
7. fusível de 15A de proteção do sistema
8. fusível de 5A de proteção da alimentação da central eletrônica
9. relé duplo (A- central eletrônica B - eletrobomba de combustível)
10. interruptor inercial de segurança
11. eletrobomba de combustível
12. eletroválvula interceptadora dos vapores de combustível
13. central eletrônica
14. fusível geral de 40A de proteção dos acessórios ligados com o interruptor da ignição
15. fusível geral de 30A de proteção do sistema de injeção/ignição.

Para garantir ao sistema a tensão de bateria, é utilizado um relé duplo, do tipo utilizado para aplicações automobilísticas. Este componente é um dispositivo elétrico composto de um único invólucro onde estão os dois relés específicos do tipo normalmente aberto, cuja função é alimentar a central eletrônica (seção A) e os componentes principais (eletrobomba, bobinas, etc.) do sistema de injeção/ignição (seção B).

Com a chave de ignição na posição MARCHA, é alimentado o enrolamento B de excitação do relé (9) no terminal 12.

Assim que a central eletrônica (13) recebe tensão no terminal 23, através do terminal 4 (massa interna), abrem-se os contatos do relé de potência A (seção alimentação da central) garantindo, desta maneira, a alimentação de bateria no terminal 35, através do fusível (8); em seguida, ocorre o fechamento dos contatos do relé de potência B, ligando o terminal 23 à massa e garantindo a alimentação tanto para a eletrobomba (11) como para os demais sensores e atuadores que compõem o sistema de injeção.

Para certificar-se de que o sistema de alimentação do combustível se encontra a uma pressão de 3 + 0,5 bar, é necessário alimentar a eletrobomba antes de iniciar a manobra de partida do motor. Se, por acaso, com a chave de ignição na posição MARCHA, o motor não partir, a central eletrônica (13) retira a excitação da seção do relé (9) terminal 23 (eletrobomba – componentes) e pára automaticamente a eletrobomba (11). A temporização dura cerca de 10 segundos.

Por motivos de segurança, a central eletrônica (13) ativa uma estratégia de controle da eletrobomba (11) em função do número de rotações do motor. Na realidade, a central eletrônica (13) retira sempre a excitação do relé (9) terminal 23, cortando a alimentação para a eletrobomba (11) quando o número de rotações do motor descer abaixo do valor mínimo memorizado (em caso de parada do motor com a chave de ignição ligada e se a chave de ignição não for reconhecida pelo sistema de imobilização eletrônica).

Com o retorno da chave de ignição para a posição *STOP*, a central eletrônica mantém excitada a seção A do relé duplo por cerca de 90 segundos antes de interromper a ligação da sua alimentação (tempo de transferência dos dados da memória RAM *STAND*-BY para *EEPROM*.

Os diodos D1 e D2 têm a função de reduzir as sobretensões dos respectivos relés.

Dispositivos para o controle das emissões nocivas no escapamento

Fontes e principais poluentes

As principais fontes de agentes poluentes no automóvel são:

- o escapamento dos produtos pela combustão;
- a evaporação de combustível das tubulações e do tanque;
- a evaporação do cárter do motor.

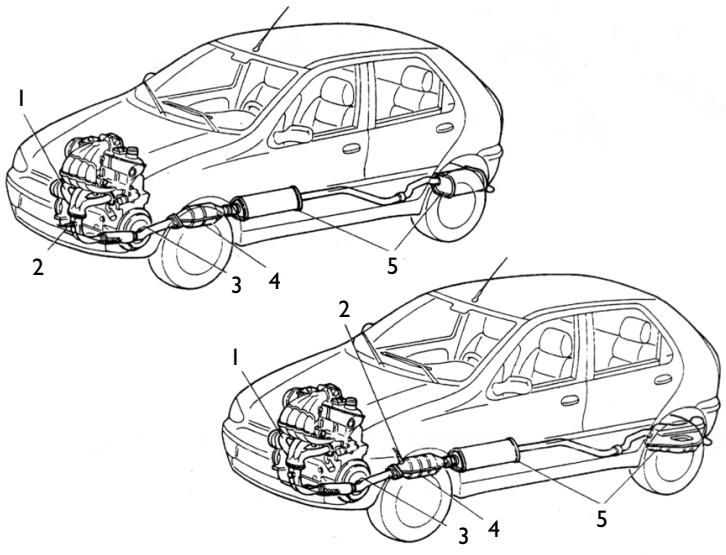
De modo aproximativo, a distribuição porcentual dos agentes poluentes existentes nas diversas fontes é:

- no escapamento ⇒ CO e No_x = 95%, HC = 70%;
- evaporação ⇒ HC = 10%;
- do cárter ⇒ CO e No_x = 5%, HC = 20%.

Para acatar as severas disposições legislativas sobre a emissão de resíduos nocivos dos motores de combustão interna, além de uma dosagem sempre mais precisa da mistura ar/combustível, o veículo está equipado com os seguintes dispositivos:

- sonda lambda aquecida e conversor catalítico;
- circuito anti-evaporação do combustível;
- recirculação dos gases provenientes do cárter do motor (*blow-by*).

Grupo de escapamento do motor com conversor catalítico



1. coletor de escapamento
2. sonda lambda
3. saída para tomada do CO antes do catalisador
4. conversor catalítico
5. silenciosos

Fig. 38

Sonda lambda

É o sensor que mede o conteúdo de oxigênio nos gases de escapamento.

O sinal de saída do sensor é enviado à central eletrônica para a regulagem da mistura ar/combustível a fim de manter a relação estequiométrica da mistura o mais próximo possível do valor teórico.

Assim, para obter uma mistura ideal, é necessário que a quantidade de combustível injetado esteja o mais próximo possível da quantidade teórica necessária para ser completamente queimado em relação à quantidade de ar aspirado pelo motor.

Neste caso, dizemos que o fator lambda (λ) é igual a 1; na realidade:

$$\lambda = \frac{\text{QUANTIDADE ASPIRADA DE AR}}{\text{QUANTIDADE TEÓRICA DE AR NECESSÁRIA PARA QUEIMAR TODO O COMBUSTÍVEL INJETADO}}$$

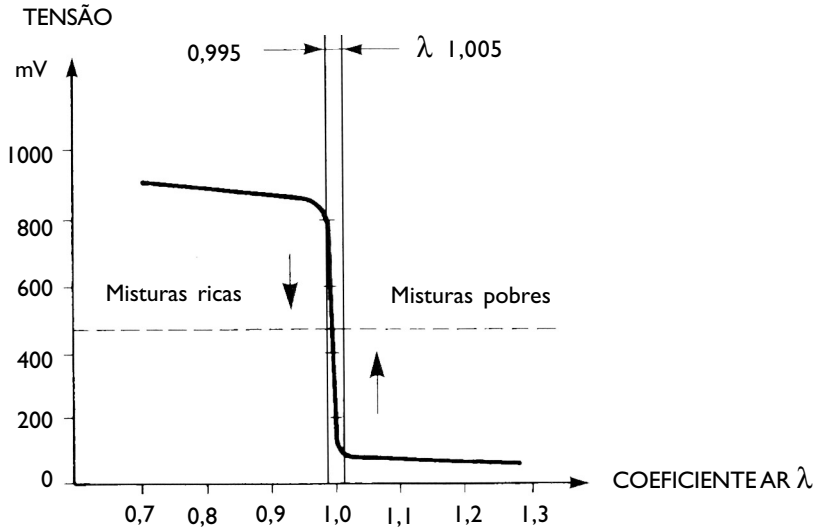


Fig. 39

λ =1 (mistura ideal)

O CO está contido dentro dos limites da lei.

λ > 1 (mistura pobre)

Excesso de ar; o CO tende a valores baixos.

λ< 1 (mistura rica)

Falta de ar; o CO tende a valores altos.

Enquanto que o coeficiente expressa o excesso ou a falta do ar fornecido ao motor, em relação à quantidade teórica exigida, a mistura ar/combustível é uma relação entre estas duas substâncias que, combinadas entre si, reagem quimicamente. Para os motores atuais, esta relação indica que são necessárias entre 14,7 ± 0,1 partes de ar para queimar 1 parte de gasolina.

A sonda está fixada antes do catalisador e é composta de uma peça de cerâmica (1), a base de dióxido de zircônio, recoberta por uma leve camada de platina, fechada numa extremidade, introduzida num tubo protetor (2) e alojada num corpo de metal (3) que fornece ainda mais proteção e permite a montagem no coletor de escapamento. A parte externa (B) da cerâmica encontra-se exposta à corrente do gás de escapamento, enquanto que a parte interna (A) está em comunicação com o ar ambiente.

O funcionamento da sonda baseia-se no fato de que, com temperaturas acima de 300ºC, o material de cerâmica utilizado torna-se condutor de íons de oxigênio. Nestas condições, se a quantidade de oxigênio nos dois lados (A e B) da sonda ocorre em porcentagens diferentes, é gerada, entre as duas extremidades, uma variação da tensão. Esta variação é índice de medida para a diferença da quantidade de oxigênio nos dois ambientes (lado do ar e lado do gás de escapamento).

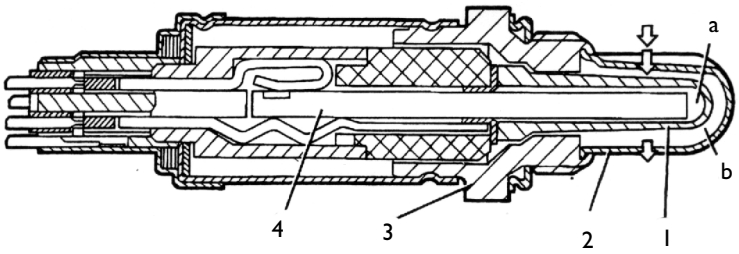
Quando a sonda fornece um nível baixo de tensão (abaixo de 200mV), a central eletrônica reconhece que a mistura é pobre (lambda > 1) e aumenta a quantidade de combustível injetado. Quando a sonda fornece um nível alto de tensão (acima de 800mV), a central eletrônica reconhece que a mistura é rica (lambda < 1) e diminui a quantidade de combustível injetada.

Assim, a sonda lambda faz variar os tempos de injeção, de modo que o motor funcione com um coeficiente lambda continuamente oscilante entre 0,980 e 1,020 aproximadamente.

Para temperaturas abaixo de 300ºC, o material de cerâmica não é ativo. Portanto, a sonda não envia sinais utilizáveis e um circuito especial, existente na central eletrônica, bloqueia a regulagem da mistura em anel fechado (*closed loop*), na fase de aquecimento da sonda.

Para garantir o rápido alcance da temperatura de funcionamento, a sonda está equipada com uma resistência elétrica (4) alimentada pela bateria.

A sonda lambda pode ser rapidamente inutilizada, mesmo com uma pequena quantidade de chumbo no combustível.



a. eletrodo (+) em contato com o ar externo
b. eletrodo (-) em contato com os gases de escapamento
1. corpo de cerâmica
2. tubo de proteção
3. corpo de metal
4. resistência elétrica

Fig. 40

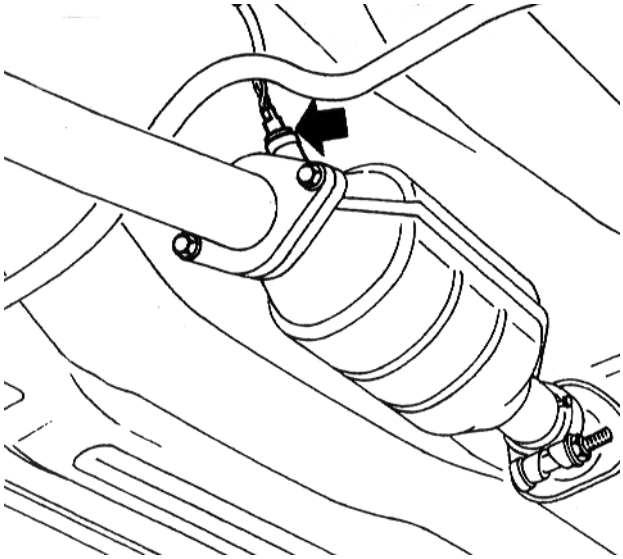


Fig. 41

Conversor catalítico trivalente

No sistema de injeção eletrônica, o controle da mistura, com anel fechado, é ativado pela sonda lambda que detecta o conteúdo de oxigênio presente nos gases de escapamento antes do catalisador.

Os levantamentos da sonda lambda permitem que a central eletrônica efetue uma correção contínua da quantidade de gasolina injetada, mantendo constante a relação ar/combustível.

Desta maneira, obtém-se, no escapamento, um controle das emissões nocivas que é completado pelo conversor catalítico trivalente. O bom funcionamento doconversor catalítico e, conseqüentemente, a contenção do grau tóxico dos gases de escapamento, depende da relação ar/combustível, com a qual o motor é alimentado.

O conversor catalítico, de tipo trivalente, faz com que diminuam, ao mesmo tempo, os três componentes mais poluentes presentes nos gases de escapamento: hidrocarbonetos não queimados (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x).

Dentro do conversor catalítico acontecem dois tipos de reações químicas:

- oxidação do CO e dos HC, convertidos em gás carbônico (CO_2) e água (H_2O)

- redução dos No_x, convertidos em Nitrogênio (N_2).

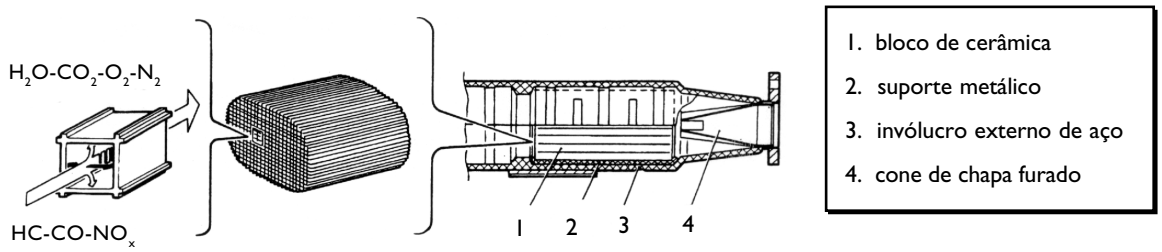


Fig. 42

O conversor é composto de um bloco (1), de suporte (2) de rede metálica para amortecer choques e vibrações ao núcleo e de um invólucro externo (3) de aço inoxidável resistente a temperaturas elevadas e aos agentes atmosféricos.

O bloco (1) é feito com uma estrutura em forma de colméia composta de cerâmica revestida por uma camada finíssima de substâncias catalíticas ativas, platina e ródio, que aceleram a decomposição química das substâncias nocivas contidas nos gases de escapamento, os quais, através das células do núcleo, com temperaturas acima de 325 + 25ºC, ativam os catalisadores, dando início às reações de oxidação e redução. Para melhorar a eficiência e a duração do catalisador, um cone de chapa furado (4) melhora a difusão dos gases de escapamento nas células do núcleo de cerâmica.

As causas que estragam rápida e irremediavelmente o conversor catalítico são:

- presença de chumbo na gasolina, o que diminui o grau de conversão a níveis muitos baixos, inutilizando a presença do conversor catalítico no sistema;

- presença de gasolina não queimada no conversor: é suficiente um fluxo de gasolina durante 30 segundos num ambiente a 800ºC (temperatura interna do conversor) para provocar a fusão e a ruptura do catalisador. É essencial que o sistema de ignição esteja funcionando perfeitamente; assim, em nenhuma hipótese, os cabos das velas devem ser destacados com o motor em funcionamento. Portanto, em caso de testes, é necessário substituir o conversor catalítico por um pedaço de tubulação equivalente.

O uso correto do conversor permite um funcionamento eficiente por uma quilometragem acima de 80 000km ou por um período de pelo menos cinco anos.

Circuito anti-evaporação e recuperação dos vapores de combustível

O sistema adotado para a ventilação do reservatório é do tipo fechado.

Este sistema impede a dispersão dos vapores de gasolina que se formam no tanque e no sistema de alimentação para a atmosfera, pois se ocorrer a dispersão, liberam-se os hidrocarbonetos leves (HC) neles contidos e haverá poluição atmosférica.

O sistema é composto de um tanque (7), de um reservatório de separação dos vapores (6), de uma válvula multifuncional (5) para o controle do fluxo dos vapores, de uma válvula de duas vias de segurança e ventilação (4), de um filtro de carvão ativado (1) e de uma válvula interceptadora de vapores (8) que é comandada pela central eletrônica (2).

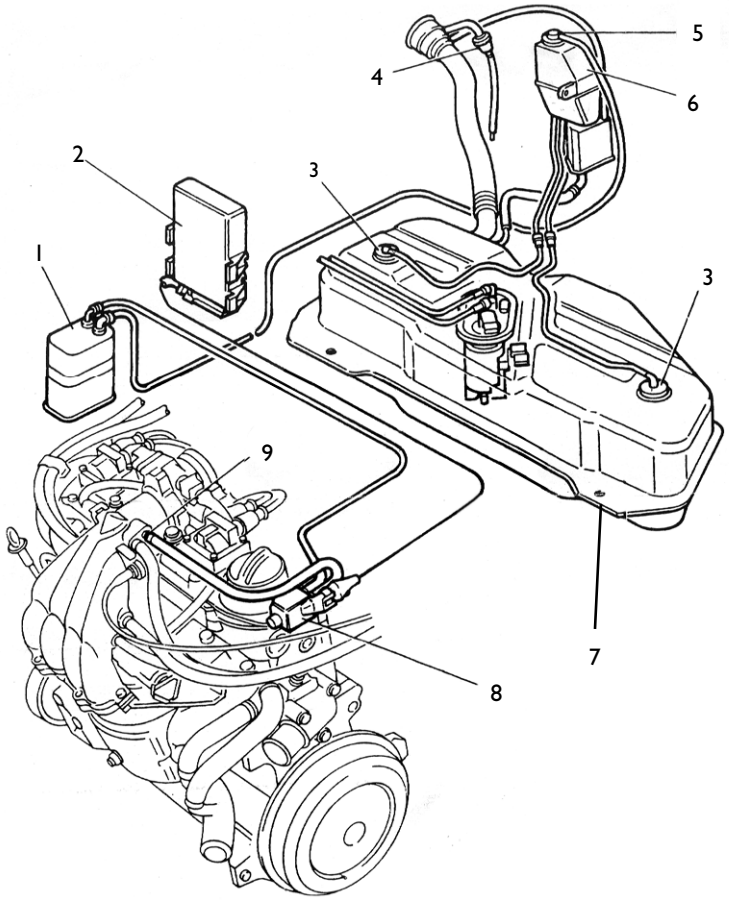


Fig. 43

• Princípio de funcionamento

O sistema trabalha quando, com temperaturas externas elevadas, após uma parada prolongada do veículo, a temperatura do combustível (visto que o tanque não é mais resfriado pela ventilação produzida pela velocidade de marcha) aumenta e cria um aumento da pressão dentro do tanque. Este aumento pode acontecer com qualquer nível do combustível e, em especial:

- com o tanque cheio: as válvulas flutuantes (3) estão fechadas e o combustível não pode alcançar o filtro (1) e estragar o carvão ativado, através do contato direto. Se a pressão dentro do tanque aumentar além do valor limite, a válvula de segurança de duas vias (4) se abre, fazendo com que o

excesso de pressão escape para fora.

- com o nível do combustível médio-baixo: a válvula multifuncional (5) faz com que os vapores de combustível, quando ultrapassam uma certa pressão, cheguem até o filtro (1), onde são absorvidos e purificados pelos grânulos de carvão ativado. Estes vapores chegarão depois à entrada (9) do coletor de admissão, e a central eletrônica (5) comandará a abertura do canister.

• Válvula de segurança (de duas vias)

Esta válvula funciona de duas maneiras diferentes, de acordo com a pressão interna do tanque:

- quando a pressão existente dentro do tanque ultrapassar o valor pré-fixado de 130mbar a 165mbar (detalhe A), empurrando o corpo (2), vence a carga da mola (3) e faz com que o excesso de pressão saia através do tubo de escapamento (4), criando uma situação de segurança;

- quando dentro do tanque for criado, por causa da retirada de gasolina, um vácuo de < 20mbar (detalhe B), o prato (1), vencendo a carga da mola (5), abre o furo de passagem que faz com que o ar proveniente do tubo de escapamento (4) entre no tanque, retornado a pressão dentro do valor previsto (função de ventilação).

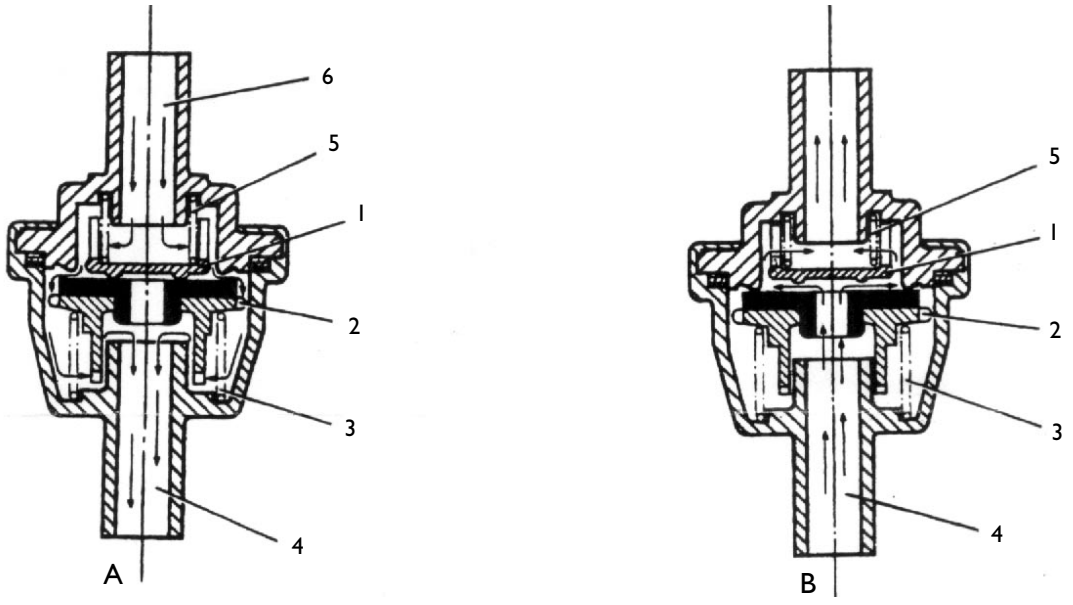


Fig. 44

NOTA

A válvula de segurança de duas vias é de duas cores (BRANCO-AZUL) e tem um sentido correto de montagem: o lado branco com a palavra "TANK " (LADO DO TANQUE) deve ser colocado em direção do tanque de combustível.

• Válvula flutuante

Estas válvulas executam as seguintes funções :

– impedem a saída do combustível líquido em caso de acidente com o veículo capotado.

– permitem a passagem dos vapores de combustível do tanque para o filtro do carvão ativado;

– permitem a ventilação do tanque em caso de vácuo dentro do mesmo.

Estas válvulas são constituídas por um corpo (1) e por uma bóia/válvula de agulha (2).

O funcionamento das válvulas, em relação ao grau de enchimento do tanque do combustível, é o seguinte:

a) se o tanque estiver cheio, a bóia (2), cheia de ar, obstrui o furo de passagem (3), impedindo o combustível líquido de chegar ao filtro de carvão ativado, evitando que este seja danificado.

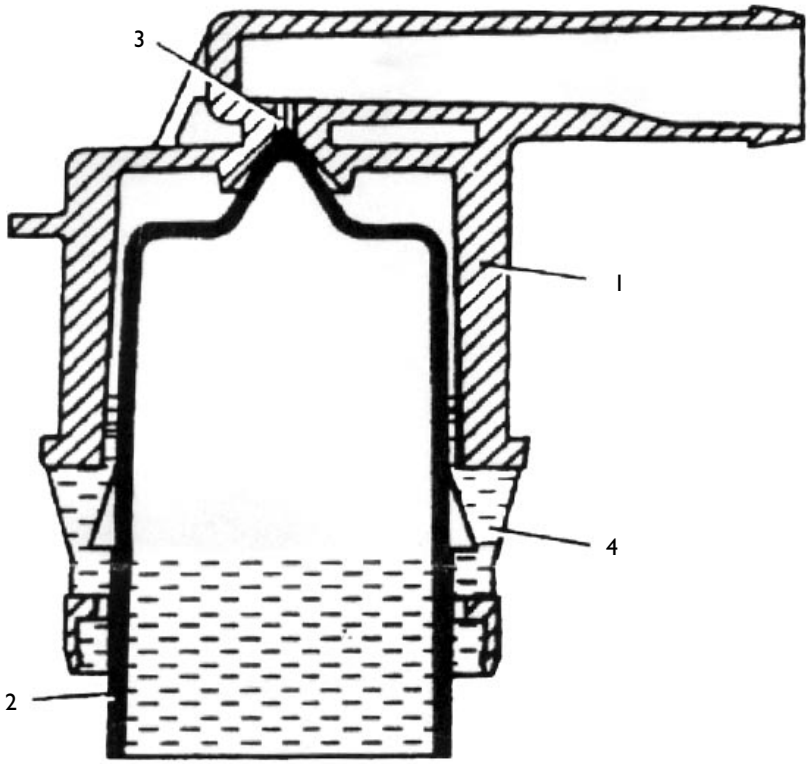


Fig. 45 - Fechamento da válvula com o tanque cheio

b) o nível de combustível no tanque se abaixa, a bóia (2) desce e se apóia com as abas laterais (4) sobre as fendas do corpo da válvula (1) abrindo o furo de passagem (3), que pode ser alcançado pelos gases, através da seção anular entre a bóia (2) e a parte interna do corpo da válvula (1). Isto permite que os vapores de combustível saiam do tanque e cheguem até o filtro de carvão ativado ou, também

que, através do mesmo circuito, se obtenha a ventilação do tanque quando a pressão dentro do mesmo for menor do que a externa.

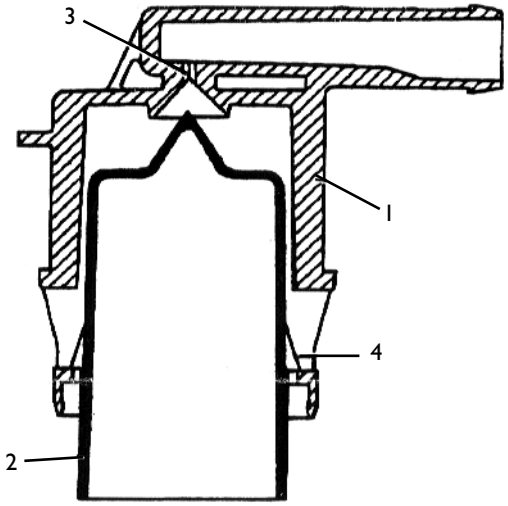


Fig. 46 - Abertura da válvula com fluxo de vapores do tanque para o filtro de carvão ativado ou ventilação do tanque

c) em caso de capotamento do veículo, não importando a quantidade de combustível no tanque, a bóia (2), pressionando o furo (3) com o seu peso e o do combustível, impede o perigoso afluxo de combustível para o filtro de carvão ativado e conseqüente risco de incêndio do veículo.

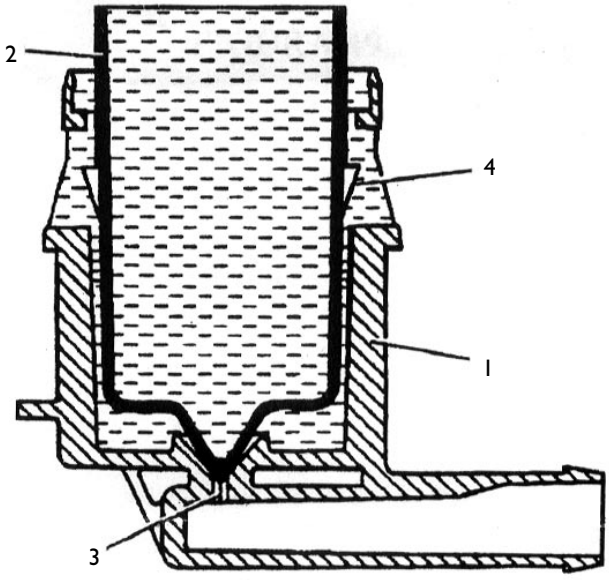


Fig. 47 - Fechamento de segurança da válvula em caso de capotamento do veículo

• Válvula multifuncional

Esta válvula tem várias funções, tais como:

- impedir que o combustível líquido que pode haver no reservatório de expansão flua em direção do filtro de carvão ativado;

- permitir a passagem dos vapores de combustível para o filtro de carvão ativado;

- permitir a ventilação do tanque em caso de vácuo dentro do mesmo.

A válvula é constituída por uma bóia (2), uma esfera pesada (3), um prato (4) empurrado contra o corpo da válvula (5), um pratinho (8) empurrado contra o prato (4) pela mola (9).

O funcionamento da válvula multifuncional pode ser resumido nos seguintes casos, em função da quantidade de combustível no tanque:

a. se o tanque estiver cheio, a bóia (2) obstrui o furo (1) impedindo que o combustível líquido alcance o filtro de carvão ativado, evitando que o mesmo seja danificado (Fig. 48a);

b. se o nível do combustível no tanque se abaixar, a bóia (2) desce e se apóia sobre a esfera (3), abrindo o furo de passagem (1); quando a pressão exercida pelos vapores de gasolina sobre o prato (4) ultrapassa a carga da mola (5), abre-se uma seção de passagem anular entre o próprio prato e o corpo da válvula, que permite que os vapores de combustível saiam do conduto (6) e alcancem o filtro de carvão ativado. (Fig. 48b)

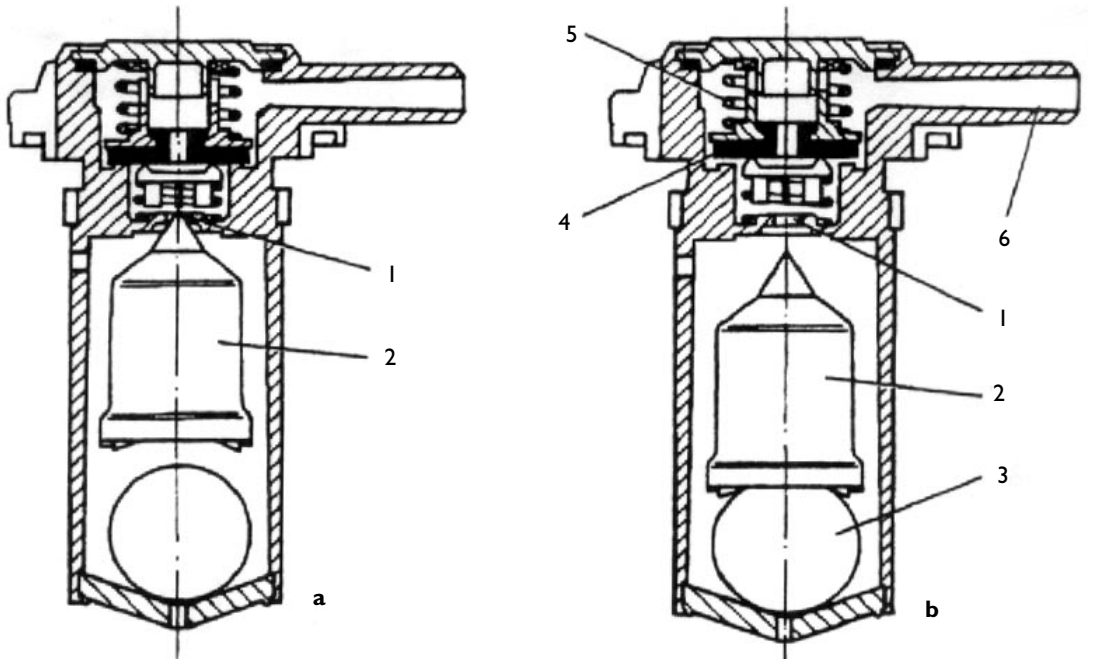


Fig. 48

c. se a redução do nível de combustível no tanque for tanta que consiga criar um vácuo dentro do

tanque, este vácuo força o pratinho (8) e, vencendo a carga da mola, puxa-o para baixo, permitindo a ventilação do tanque através do furo (7); (Fig. 49c)

d. Em caso de capotamento do veículo, a esfera (3), pesando sobre a bóia (2), a empurra contra o furo (1) impedindo os perigosos vazamentos dos vapores ou de combustível líquido que poderiam provocar incêndio. (Fig. 49d)

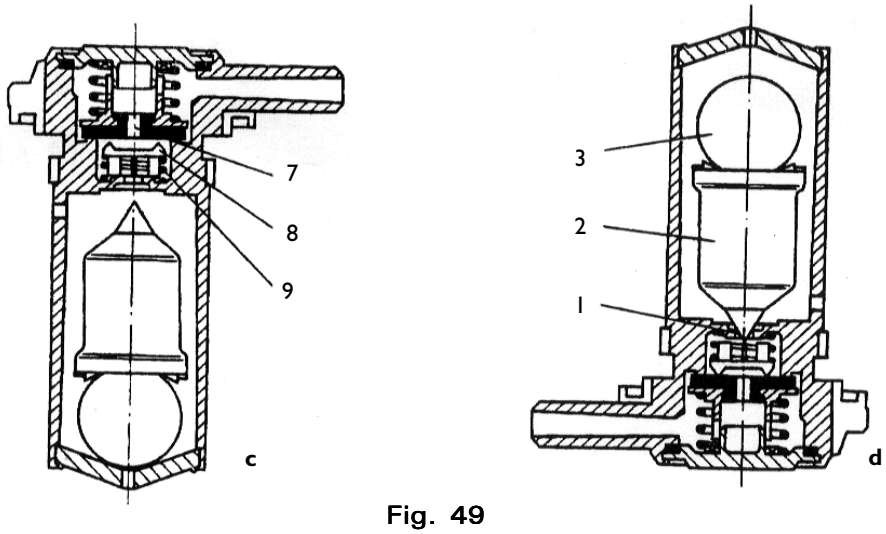


Fig. 49

• Separador dos vapores de combustível (reservatório de expansão)

Os vapores de combustível provenientes do tanque alcançam, através das tubulações (4), o separador de vapores(3), colocado ao lado do bocal de introdução do combustível.

Uma parte dos vapores se condensa e volta ao tanque através das mesmas tubulações (4), enquanto que os vapores restantes saem do separador através da válvula multifuncional (2) e são conduzidos ao filtro de carvão ativado através da tubulação (1).

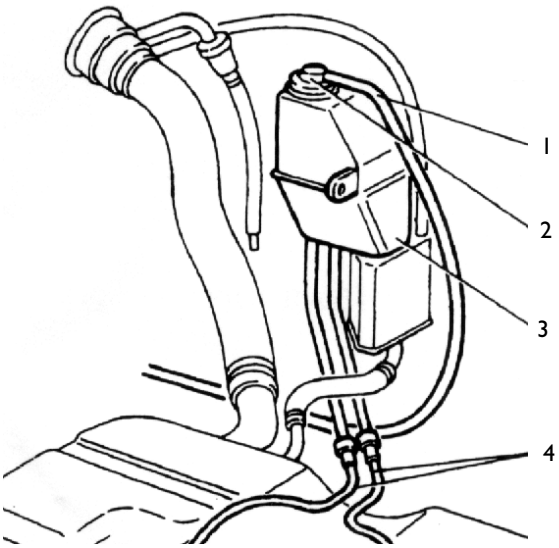


Fig. 50

- **Filtro de carvão ativado**

O filtro de carvão ativado está situado no vão da caixa da roda dianteira direita. Para ter acesso a ele, é necessário remover o revestimento desse vão.

O filtro é composto de grânulos de carvão (4) que retêm os vapores de gasolina que penetram pela entrada (5).

O ar de lavagem que entra pelo bocal (1), através do filtro de papel (3), passa pelos grânulos de carvão removendo os vapores de gasolina, para conduzi-los para a saída (2) e, através desta, para a eletroválvula interceptadora.

O ar que passa pela entrada (5) também pode ser puxado pelo vácuo no tanque, ventilando o mesmo. A divisão (6) faz com que o ar de lavagem aspirado passe por todos os grânulos de carvão, ajudando a passagem dos vapores de gasolina para o coletor de admissão.

Há também duas molas (7) que permitem uma dilatação da massa dos grânulos quando a pressão aumenta.

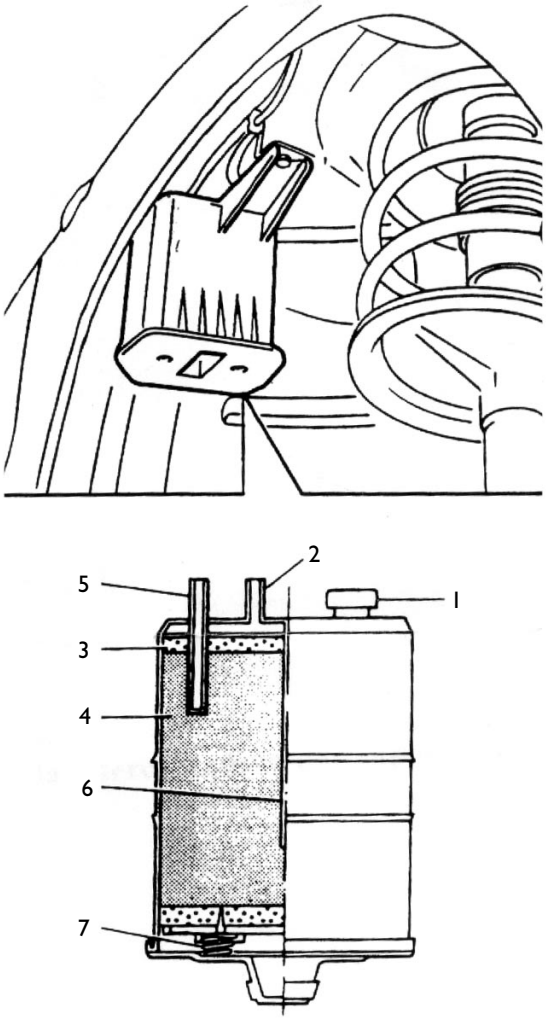
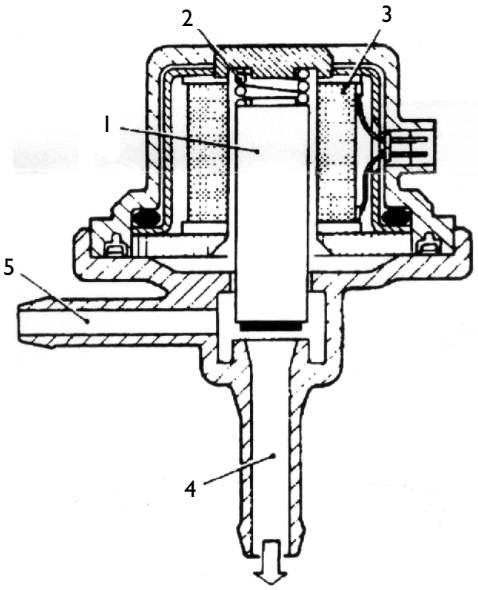


Fig. 51

- **Eletroválvula interceptadora dos vapores de combustível**



1. núcleo da válvula
2. mola de reação
3. bobina
4. conduto para o coletor de admissão
5. conduto para o filtro de carvão ativado

Fig. 52

A função desta válvula é controlar, através da central eletrônica de comando da injeção/ignição, a quantidade de vapores de combustível aspirados pelo filtro de carvão ativado e conduzidos ao coletor de admissão.

Se faltar alimentação, esta válvula permanecerá em posição fechada, impedindo que os vapores de combustível enriqueçam demais a mistura.

O funcionamento é controlado pela central eletrônica de comando da injeção/ignição, da seguinte forma:

- durante a fase de partida, a eletroválvula fica fechada, impedindo que os vapores de combustível enriqueçam demais a mistura; esta condição permanece até quando o líquido de arrefecimento do motor alcançar uma temperatura pré-fixada.

- com o motor aquecido, a central eletrônica envia um sinal de onda quadrada para a eletroválvula, que modula a sua abertura de acordo com a relação cheio/vazio do próprio sinal.

Desta maneira, a central controla a quantidade dos vapores de combustível enviados para a admissão, evitando variações substanciais da relação da mistura.

Com as condições de funcionamento abaixo citadas:

- borboleta em posição de marcha lenta;

- rotação abaixo de um determinado valor;

- pressão do coletor de admissão abaixo de um valor limite calculado pela central em função do número de rotações, é inibido o comando da eletroválvula, mantendo-se a mesma em posição fechada, a fim de melhorar o funcionamento do motor.

Recovery

Se for detectada uma anomalia que possa danificar a central de injeção/ignição, o comando é desativado imediatamente.

Recirculação dos gases provenientes do cárter do motor (*blow-by*)

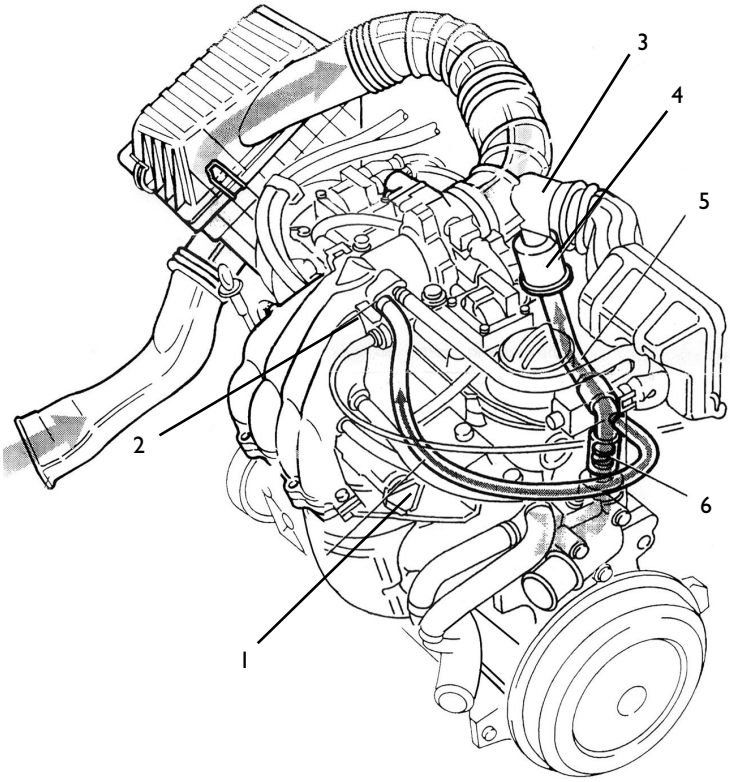


Fig. 53

O sistema controla as emissões de gases provenientes do cárter do motor, constituídos por misturas de ar/combustível e pelos gases queimados que passam pela vedação dos anéis dos pistões, além dos vapores de óleo lubrificante, fazendo-os recircular para a admissão.

Os gases de escapamento, provenientes do cárter, passam pelo filtro (4) onde perdem parte do óleo, pulverizado em forma de gotas, e retornam ao cárter pela tubulação (5). No interior da tubulação (5) é montado um corta-chamas (6) para prevenir fenômenos de combustão devido ao retorno da chama ao corpo de borboleta.

Com a borboleta aceleradora aberta, os gases de escapamento provenientes do cárter alcançam a mangueira de ligação do filtro de ar-corpo de borboleta através da tubulação (3).

Com a borboleta aceleradora fechada (motor em marcha lenta), o vácuo presente no coletor de admissão aspira os gases (em quantidade limitada) diretamente através da mangueira (1) e do furo calibrado (2).

Verificações, regulagens e reparações do sistema de injeção/ignicão

Nesta Seção ...

Controle da resistência da sonda lambda ◀

Controle da resistência dos sensores da temperatura do ar aspirado e da temperatura do líquido de arrefecimento do motor ◀

Controle da resistência do enrolamento primário da bobina de ignição ◀

Controle da resistência do enrolamento secundário da bobina de ignição ◀

Controle da resistência do sensor de posição da borboleta ◀

Controles no sensor de rotação e PMS ◀

Controle aproximado do avanço da ignição em marcha lenta com lâmpada estroboscópica ◀

Controle da concentração das emissões poluentes ◀

3

***Trabalhando no veículo equipado com sistema de injeção/ignição Magnetti-Marelli, seguir as seguintes indicações**:*

-não ligar o motor quando os terminais das conexões estiverem mal ligados ou soltos dos pólos da bateria;

-não usar um carregador de bateria de carga rápida para ligar o motor;

-nunca desligar a bateria do circuito com o motor em funcionamento;

-para efetuar a carga rápida da bateria, desligá-la primeiro do circuito;

-se o veículo for exposto ao forno de secagem depois da pintura, com temperatura acima de 80ºC, é necessário remover todas as suas centrais eletrônicas;

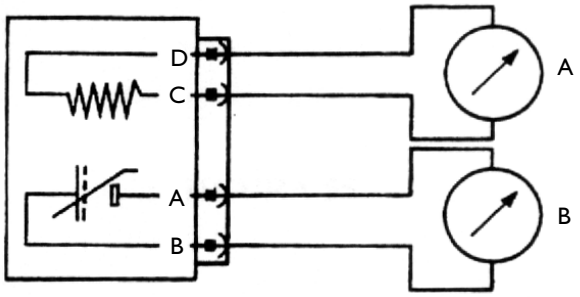
-não ligar ou desligar o conector múltiplo da central eletrônica com o comutador de ignição na posição MARCHA;

-desconectar sempre o negativo da bateria antes de efetuar soldas elétricas no veículo.

É necessário lembrar que este sistema tem uma memória alimentada onde são memorizados os valores adquiridos em auto-adaptação. A operação de destaque da bateria comporta a perda destas informações. Portanto, limitar ao máximo esta operação.

Controle da resistêrncia da sonda lambda

A resistência do aquecedor da sonda lambda pode ser medida desligando-se o conector e ligando um ohmímetro, como indicado na figura.



resistência de aquecimento

A = de 4,3ohm a 4,7ohm

resistência da sonda

B = 5,0kΩ (máx)

Fig. 1

Controle da resistência dos sensores da temperatura do ar aspirado e da temperatura do líquido de arrefecimento do motor

Para ambos os sensores, a resistência pode ser medida desligando-se o conector e ligando um ohmímetro nas suas extremidades, como indicado na figura.

Dado que a resistência varia em função da temperatura, consultar o gráfico indicado anteriormente na descrição de cada um destes sensores.(págs 43 e 59)

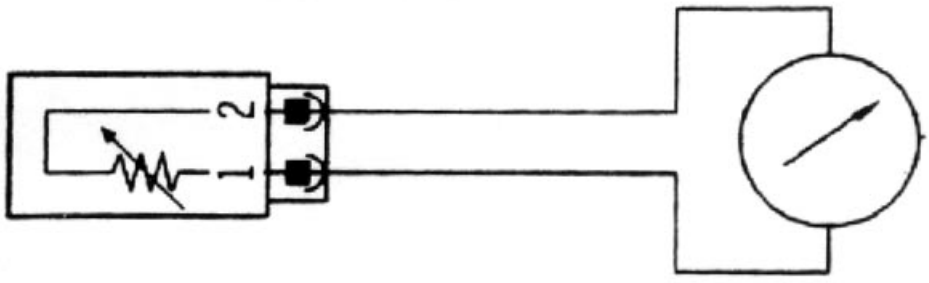


Fig. 2

Controle da resistência do enrolamento primário da bobina de ignição

Utilizando um ohmímetro, medir a resistência do enrolamento primário da bobina. O valor lido no instrumento deve estar entre 0,495ohm e 0,605ohm a 20ºC.

Se aparecer um valor abaixo de 0,495ohm ou um valor infinito, substituir a bobina de ignição.

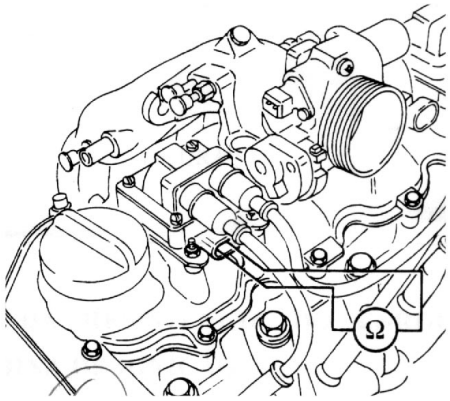


Fig. 3

Controle de resistência do enrolamento secundário da bobina de ignição

Colocar em contato as pontas-prova de um ohmímetro entre os dois terminais de saída de alta tensão.

O valor da resistência do circuito secundário lido no instrumento deve estar entre 6 660ohm e 8 140ohm a 20ºC.

Se aparecer um valor infinito, substituir a bobina de ignição.

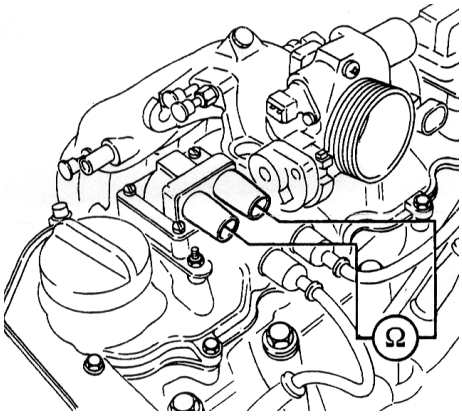


Fig. 4

Controle da resistência do sensor de posição da borboleta

A resistência do sensor pode ser mantida da seguinte maneira:

– ligar um ohmímetro entre os terminais A e B do sensor e verificar uma resistência fixa de 1200ohm.

– ligar um ohmímetro entre os terminais A e C e verificar se, girando a borboleta, a resistência varia de 0ohm a 1 200ohm ± 20%.

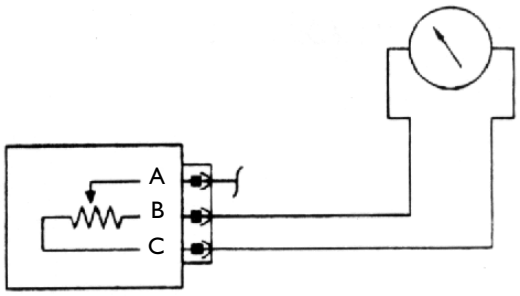


Fig. 5

Controles no sensor de rotações e PMS

Controle do entreferro

O entreferro entre sensor e roda fônica deve ser de 0,4mm a 1mm.

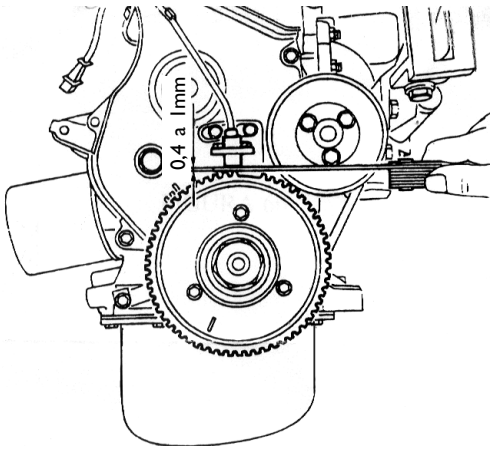


Fig. 6

Controle da resistência elétrica

O valor da resistência medido com multímetro digital deve estar entre 578ohm e 782ohm a 20ºC.

NOTA

A correta posição angular do sensor de rotações e PMS é estabelecida através de um suporte rígido. Por isso não se deve alterar a distância entre ferros.

Controle aproximado do avanço da ignição em marcha lenta com lâmpada estroboscópica

Ligar a lâmpada estroboscópica do tipo com pinça indutora, com escala graduada, e verificar se o avanço nominal em marcha lenta é de 3º +1º (com cargas elétricas desativadas, eletroventilador desligado, etc.)

NOTA

Oscilações do avanço de ignição devem ser consideradas normais, pois a central eletrônica corrige continuamente o seu valor para manter estável a rotação do motor. Para o controle dos ângulos de avanço da ignição com os diferentes valores de rotação do motor, usar o scanner automotivo.

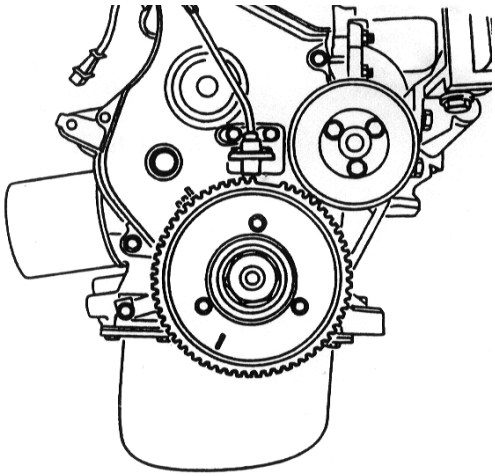


Fig. 7

Controle da concentração das emissões poluentes

O sistema de gerenciamento eletrônico garante, através da sua própria autoadaptação, um controle contínuo da marcha lenta e do potencial de CO, tornando supérflua qualquer intervenção externa de ajuste (não existem mais parafusos de regulagem). Entretanto, um controle referente ao conteúdo dos gases de escapamento antes e depois do catalisador pode fornecer preciosas indicações sobre as condições de funcionamento do sistema de injeção/ignição, dos parâmetros motorísticos ou do catalisador.

Controle da concentração de CO e HC com marcha lenta antes do conversor catalítico

Para o controle das concentrações de óxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos não queimados (HC) antes do catalisador, fazer o seguinte:

1. desapertar o bujão ou porca situada na tubulação de escapamento antes do catalisador e aparafusar a ferramenta no seu lugar;

2. ligar a ferramenta à sonda de um CO-tester regulado de modo adequado;

3. ligar o motor e deixá-lo esquentar;

4. verificar se o valor de rotação é o previsto;

5. controlar se a concentração de CO em marcha lenta entra nos valores recomendados (vide tabela); em caso contrário, é necessário controlar:

   - o correto funcionamento da sonda lambda, utilizando o *scanner* automotivo;

   - a presença de infiltrações de ar na zona ao redor do lugar da sonda lambda;

   - o sistema de injeção/ignição (principalmente, o estado de desgaste das velas de ignição);

6. controlar, nas mesmas condições, se a concentração dos HC é menor que 600 p.p.m;

7. não encontrando estes vapores, regular o ponto do motor, verificando, em especial:

   - o ângulo de avanço da ignição (posição correta do sensor de rotações e PMS);

   - as folgas das válvulas;

   - o ponto de distribuição mecânica;

   - a compressão do motor.

Tabela resumo dos valores de tolerância das emissões poluentes

	CO (%)	HC(p.p.m.)	CO_2(%)
Antes do catalisador	0,4 a 1	≤600	≥12
Depois do catalisador	≤0,35	≤90	≥13

Controle da concentração de CO e HC

O levantamento da concentração dos óxidos de carbono (CO) e dos hidrocarbonetos não queimados (HC) deve ser efetuado com catalisador em temperatura de trabalho (325ºC + 25ºC) (aconselha-se a percorrer um trecho de estrada de maneira "tranqüila" por cerca de 5 a 10 minutos, para ter certeza de que o catalisador alcançou a temperatura de funcionamento). Em seguida, introduzir a sonda de um analisador de gases bem regulado, na extremidade do tubo de escapamento por não menos de 30cm como indicado na Fig. 8 .

Se a forma da ponta do tubo de escapamento não for adequada para a completa introdução da sonda, é necessário juntar um tubo de extensão que seja bem vedado na parte da conexão.

1. Controlar se os valores das concentrações de CO e dos HC estão dentro dos valores indicados na tabela.

2. Se o valor não estiver dentre os valores prescritos, é necessário controlar:

   - o correto funcionamento da sonda lambda, com o uso do *scanner* automotivo;

   - a infiltração de ar ao redor do lugar da sonda;

   - o sistema de injeção/ignição (principalmente o estado de desgaste das velas de ignição).

3. Se o valor dos HC estiver fora do limite prescrito, a causa da anomalia pode ser a incorreta regulagem do ponto do motor ou a eficiência diminuída do catalisador.

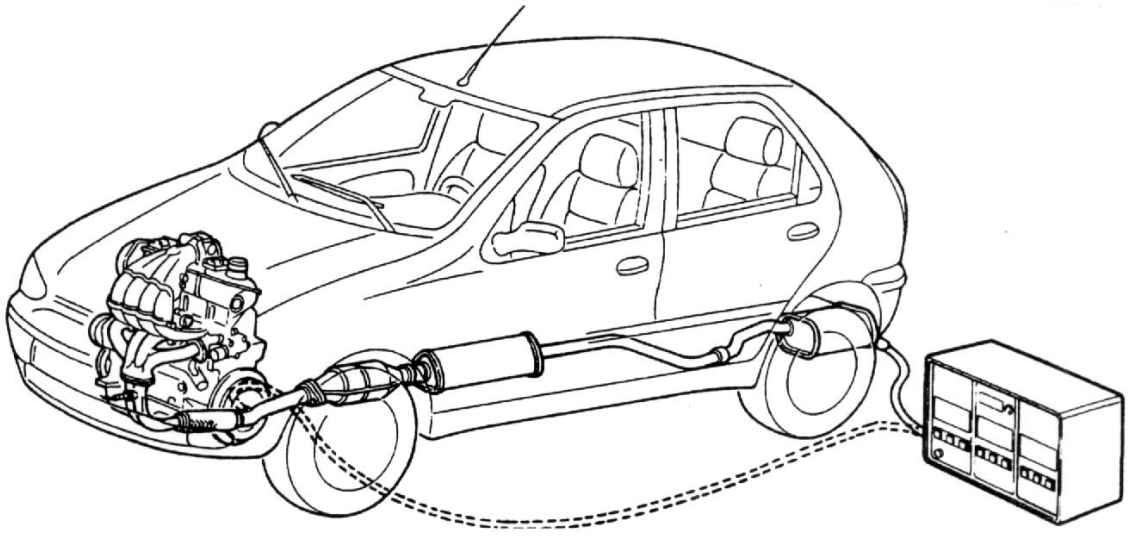


Fig. 8

Variantes específicas para versões a álcool

Nesta Seção ...

Circuito de alimentação do combustível ◀

Circuito de admissão do ar ◀

Circuito elétrico/eletrônico ◀

Dispositivos para o controle das emissões no escapamento ◀

Esquema elétrico do circuito da partida a frio ◀

4

O sistema de injeção/ignição que equipa as versões a álcool é análogo ao tratado nas páginas anteriores, referente às versões a gasolina; neste capítulo são tratadas as variantes específicas.

Localização dos componentes do sistema de injeção/ignição no vão do motor

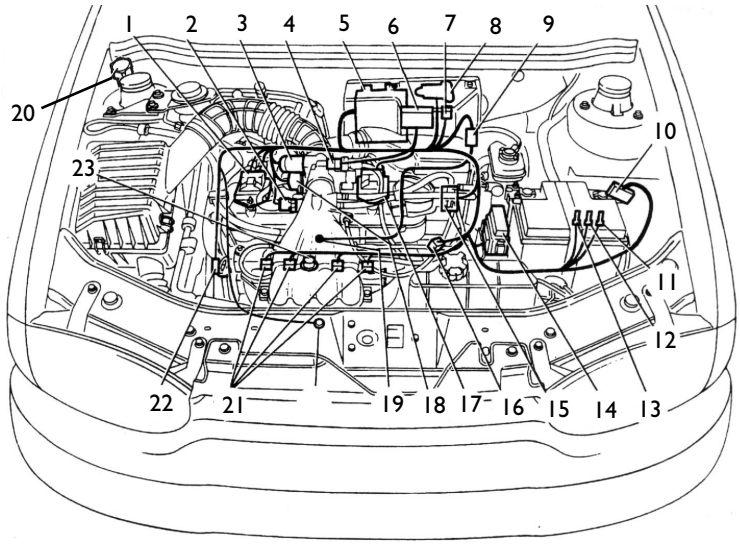


Fig. 1

1. bobina de ignição dos cilindros 2–3
2. sensor da temperatura do ar aspirado
3. atuador da marcha lenta
4. aquecedor do corpo de borboleta
5. central eletrônica de injeção/ignição
6. relé duplo
7. tomada de diagnose
8. sensor de pressão absoluta
9. acoplamento da sonda lambda
10. conexão do chicote da injeção com o chicote dianteiro
11. fusível de 15A de proteção dos componentes alimentados pelo relé duplo (eletrobomba, sonda lambda, eletroinjetores e eletroválvula de partida a frio)
12. fusível de 5A de proteção da central eletrônica de injeção/ignição
13. fusível de 10A de proteção do aquecedor do corpo de borboleta
14. fusível geral de 30A de proteção do sistema
15. eletroválvula de partida a frio
16. sensor de temperatura do líquido de arrefecimento do motor
17. bobina de ignição dos cilindros 1–4
18. sensor de posição da borboleta aceleradora
19. sonda lambda
20. bocal de abastecimento do reservatório de gasolina
21. eletroinjetores
22. sensor de rotações e PMS
23. regulador de pressão do combustível

Circuito de alimentação do combustível

A alimentação do combustível no sistema é realizada mediante uma eletrobomba introduzida no tanque que aspira o combustível e o envia ao filtro e, daí, para os eletroinjetores.

A pressão de fornecimento do combustível para os eletroinjetores é mantida constante e proporcional ao valor de pressão existente no coletor de admissão pelo regulador de pressão, o qual controla a quantidade de combustível, mantendo constante o salto de pressão para os eletroinjetores.

Do regulador de pressão, o excesso de combustível é enviado, sem pressão, para o tanque.

O álcool, em relação à gasolina, pode não garantir partidas rápidas em temperatura baixa.

Para remediar este inconveniente, as versões a álcool estão também equipadas com um sistema de alimentação a gasolina constituído por um pequeno reservatório suplementar com respectiva eletrobomba e por uma eletroválvula.

Em caso de partida a frio, a central de injeção/ignição, com base nos dados de temperatura do líquido de arrefecimento do motor, exclui a eletrobomba principal e, através da eletroválvula, comanda a eletrobomba da gasolina. Em seguida, a central exclui a eletrobomba de gasolina e ativa novamente a eletrobomba principal.

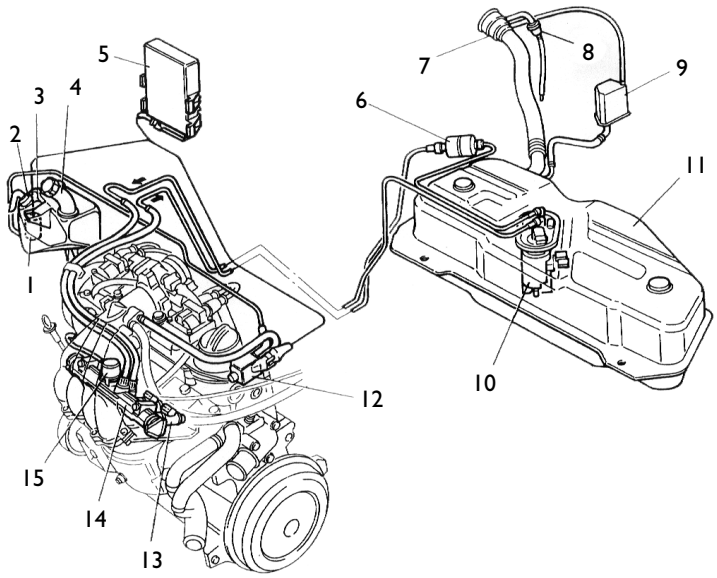


Fig. 2

1. eletrobomba de gasolina
2. sensor do nível do combustível auxiliar
3. reservatório suplementar de gasolina
4. bocal de abastecimento da gasolina
5. central eletrônica de injeção/ignição
6. filtro do combustível (álcool)
7. bocal de abastecimento do álcool
8. válvula de segurança
9. separador de vapor
10. eletrobomba principal
11. tanque de combustível
12. eletroválvula de partida a frio
13. eletroinjetores
14. tubo distribuidor de combustível
15. regulador de pressão

Circuito de admissão do ar

É constituído por vários componentes que têm a função de levar corretamente a vazão de ar necessária ao motor, nas diversas condições de funcionamento.

O circuito é diferente do análogo das versões a gasolina, pelos seguintes componentes:

1. entrada de admissão do ar "quente"no coletor de escapamento;

2. filtro do ar com válvula termostática;

3. tubo do vácuo;

4. entrada para gasolina no tubo de admissão no lugar da entrada anti-evaporação.

A comutação de admissão ar "quente" ou "frio" é efetuada por um defletor comandado pela válvula termostática, em função do vácuo presente no coletor de admissão.

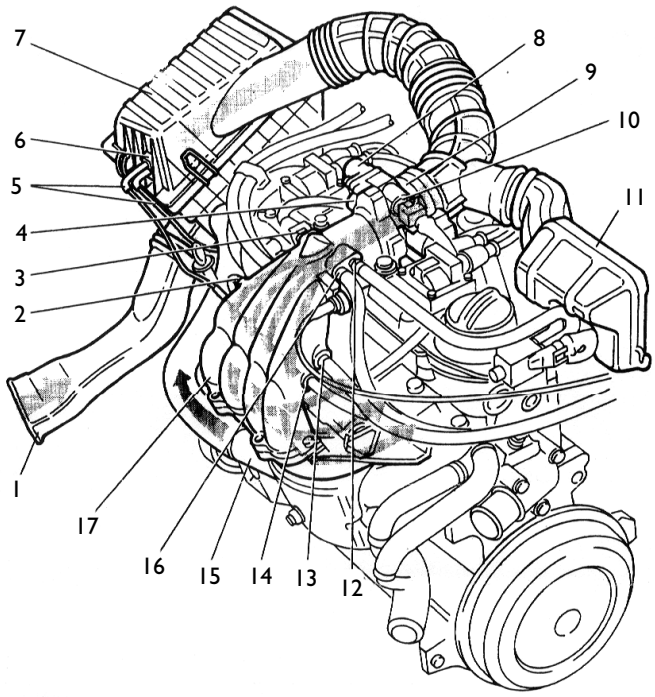


Fig. 3

1. abertura de admissão do ar "frio"
2. entrada para o regulador de pressão do combustível
3. sensor de temperatura do ar aspirado
4. sensor de posição da borboleta aceleradora
5. tubo de vácuo
6. válvula termostática
7. filtro de ar
8. atuador da marcha lenta
9. corpo da borboleta
10. resistência de aquecimento
11. ressonador
12. entrada para gasolina (partida a frio)
13. entrada para o servo freio
14. entrada para o sensor de pressão absoluta
15. abertura de admissão do ar "quente"
16. entrada para admissão do gás do cárter (*blow-by*)
17. coletor de admissão

Circuito elétrico/eletrônico

Este circuito distingue-se daquele para versões a gasolina por:

1. presença do circuito de partida a frio;

2. ausência do sensor de detonação

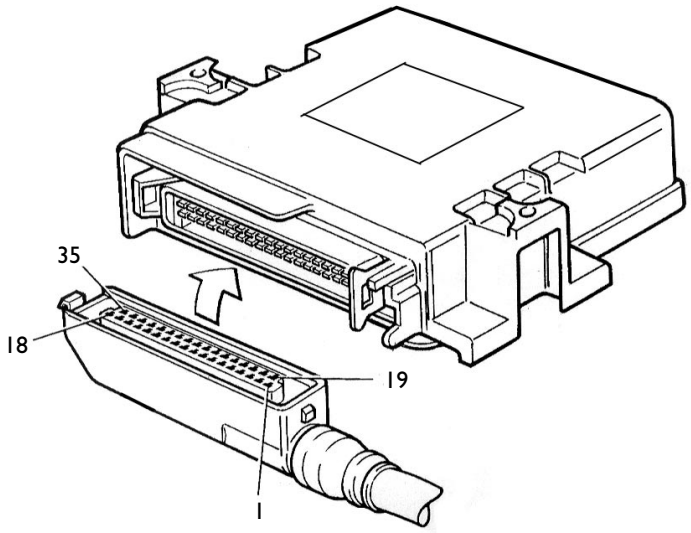


Fig. 4

Identificação das ligações na central eletrônica (*pin-out*)

1. comando da bobina de ignição dos cilindros 1 - 4
2. comando da bobina 1 do motor de passo a passo
3. comando da bobina 3 do motor de passo a passo
4. comando do relé duplo
5. N.C. (= não conectável)
6. comando da lâmpada piloto de defeito
7. imobilizador eletrônico
8. entrada do sinal do condicionador de ar
9. N. C.
10. sinal de diagnose da linha "L"
11. massa do sensor de rotações e PMS
12. massa do sensor da sonda lambda
13. entrada do sinal do sensor de temperatura do líquido de arrefecimento do motor
14. alimentação de referência (+ 5V) do sensor de posição da borboleta e do sensor de pressão absoluta
15. sinal de diagnose da linha "K"
16. massa dos sensores:
    - potenciômetro da borboleta aceleradora
    - sensor de temperatura do ar aspirado
    - sensor de pressão absoluta
    - sensor da temperatura do líquido de arrefecimento do motor
17. massa do motor
18. comado dos eletroinjetores dos cilindros 1–4
19. comando da bobina de ignição dos cilindros 2–3
20. comando da bobina 4 do motor de passo a passo
21. comando da bobina 2 do motor de passo a passo
22. comando da eletroválvula de partida a frio
23. saída do sinal do conta-giros
24. comando do condicionador de ar
25. comando dos eletroinjetores dos cilindros 2–3
26. N. C.
27. N. C.
28. positivo do sensor de rotações e PMS
29. sonda lambda
30. entrada do sinal do potenciômetro da borboleta aceleradora.
31. entrada do sinal do sensor de temperatura do ar aspirado
32. entrada do sinal do sensor de pressão absoluta
33. N.C.
33. sensor de detonação
34. massa do motor
35. alimentação da bateria

Esquema elétrico do sistema de injeção/ignição

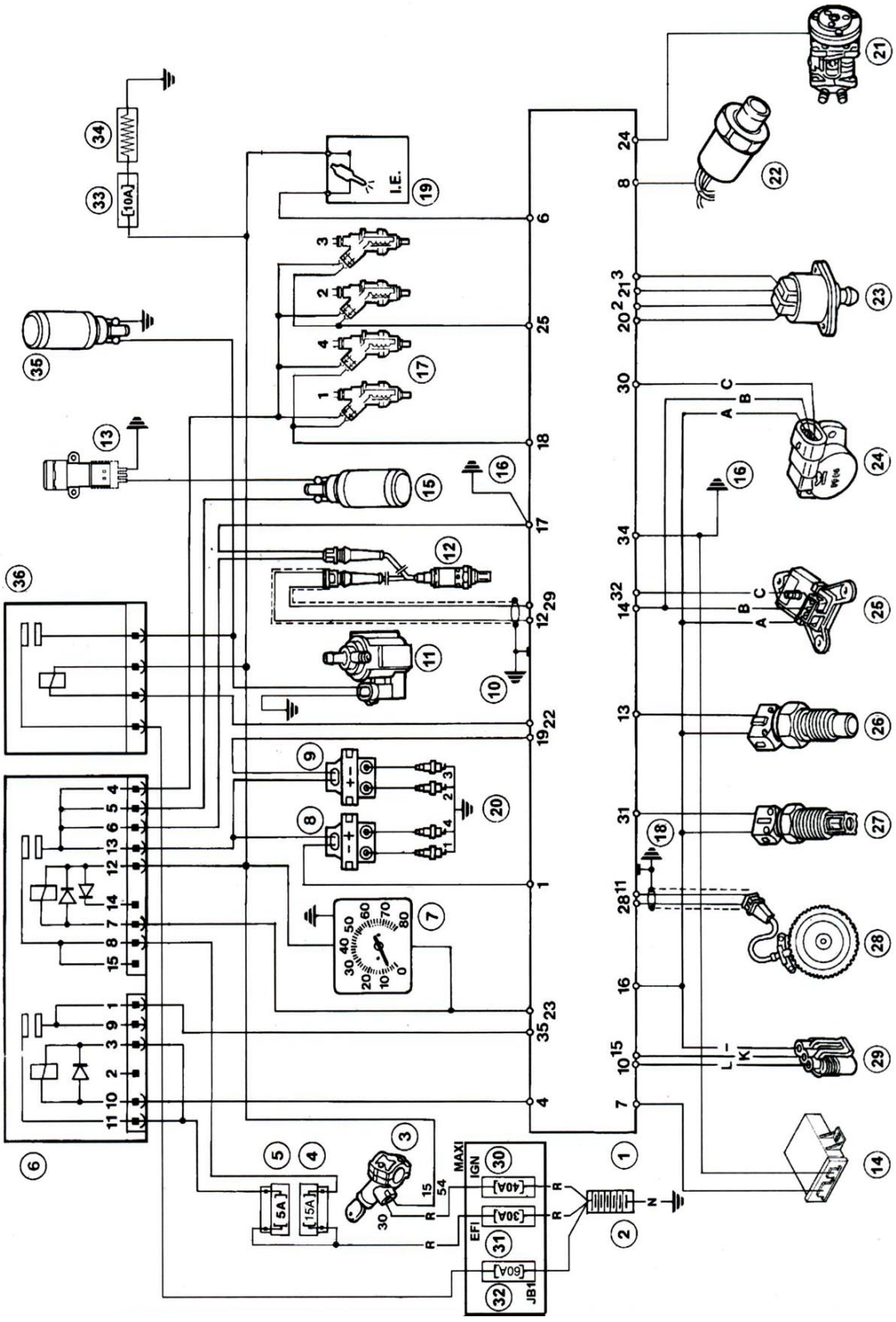


Fig. 5

Legenda dos componentes (números circulados)

1. central eletrônica de injeção/ignição
2. bateria
3. comutador de ignição
4. fusível de 15A de proteção dos componentes alimentados pelo relé duplo (eletrobomba, sonda lambda, eletroinjetores e eletroválvula de partida a frio)
5. fusível de 5A de proteção da central eletrônica de injeção/ignição
6. relé duplo
7. conta-giros
8. bobina de ignição dos cilindros 1–4
9. bobina de ignição dos cilindros 2–3
10. massa na carroceria
11. eletroválvula de partida a frio
12. sonda lambda
13. interruptor inercial
14. central de imobilização eletrônica
15. eletrobomba de combustível
16. massa do motor
17. eletroinjetores
18. massa na carroceria
19. lâmpada piloto de defeito no sistema
20. velas
21. compressor do condicionador de ar
22. pressostato de três níveis
23. atuador da marcha lenta
24. sensor de posição da borboleta aceleradora
25. sensor de pressão absoluta
26. sensor da temperatura do líquido de arrefecimento do motor
27. sensor da temperatura do ar aspirado
28. sensor de rotações e PMS
29. tomada de diagnose
30. fusível geral de 40A de proteção dos acessórios ligados ao interruptor do comutador de ignição\
31. fusível geral de 30A de proteção do sistema de injeção/ignição
32. fusível geral de 60A de alimentação dos serviços
33. fusível de 10A de proteção do aquecedor do corpo de borboleta
34. aquecedor do corpo de borboleta
35. eletrobomba de partida a frio
36. relé de partida a frio

Esquema das informações de entrada/saída da central eletrônica aos respectivos sensores/atuadores do sistema

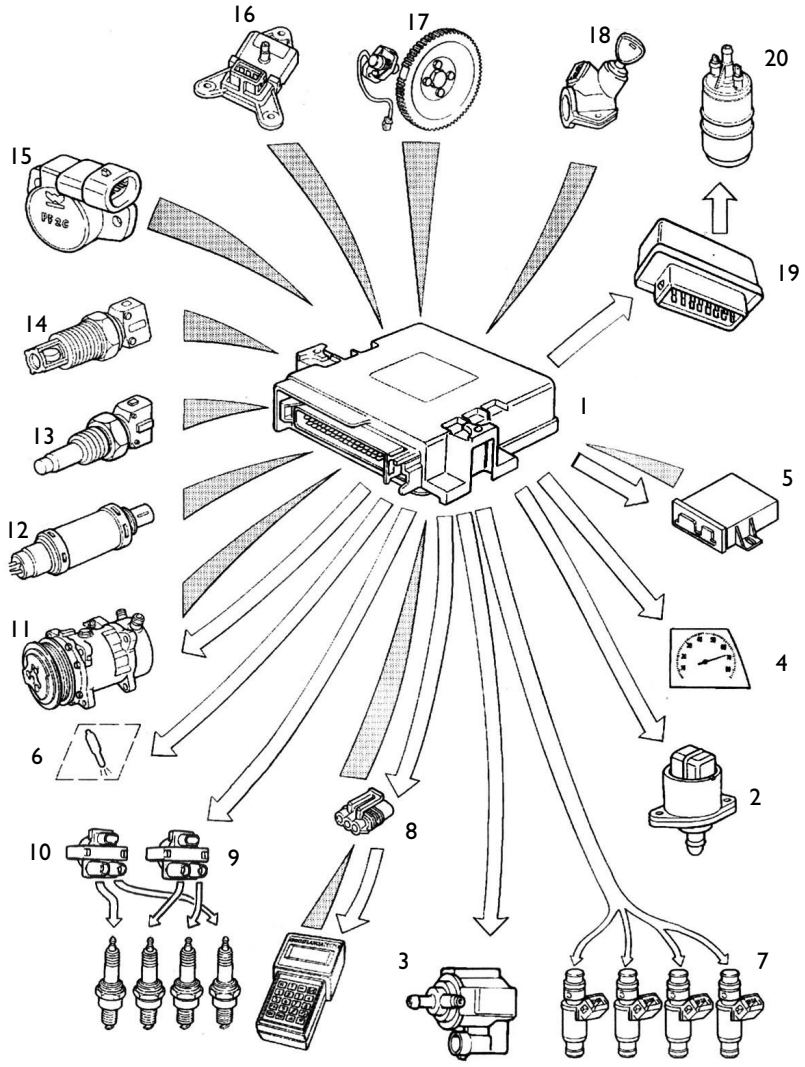


Fig. 6

1. central eletrônica de injeção/ignição
2. atuador de marcha lenta
3. eletroválvula de partida a frio
4. conta-giros
5. central de imobilização eletrônica
6. lâmpada piloto de defeito do sistema de injeção/ignição
7. eletroinjetores
8. tomada de diagnose
9. bobina de ignição dos cilindros 2–3
10. bobina de ignição dos cilindros 1–4
11. compressor do condicionador de ar
12. sonda lambda
13. sensor de temperatura do líquido de arrefecimento do motor
14. sensor de temperatura do ar aspirado
15. sensor de posição da borboleta aceleradora
16. sensor de pressão absoluta
17. sensor de rotações e PMS
18. comutador de ignição
19. relé duplo
20. eletrobomba de combustível

Dispositivos para o controle das emissões de escapamento (veículos a álcool)

As versões a álcool distinguem-se das versões a gasolina pela falta do circuito antievaporação e recuperação dos vapores de combustível. Existem só duas válvulas de segurança: uma situada perto do tanque principal e a outra, no reservatório da gasolina (vide esquema do circuito de alimentação do combustível para versões a álcool).

Esquema elétrico do circuito de partida a frio (somente para versões a álcool)

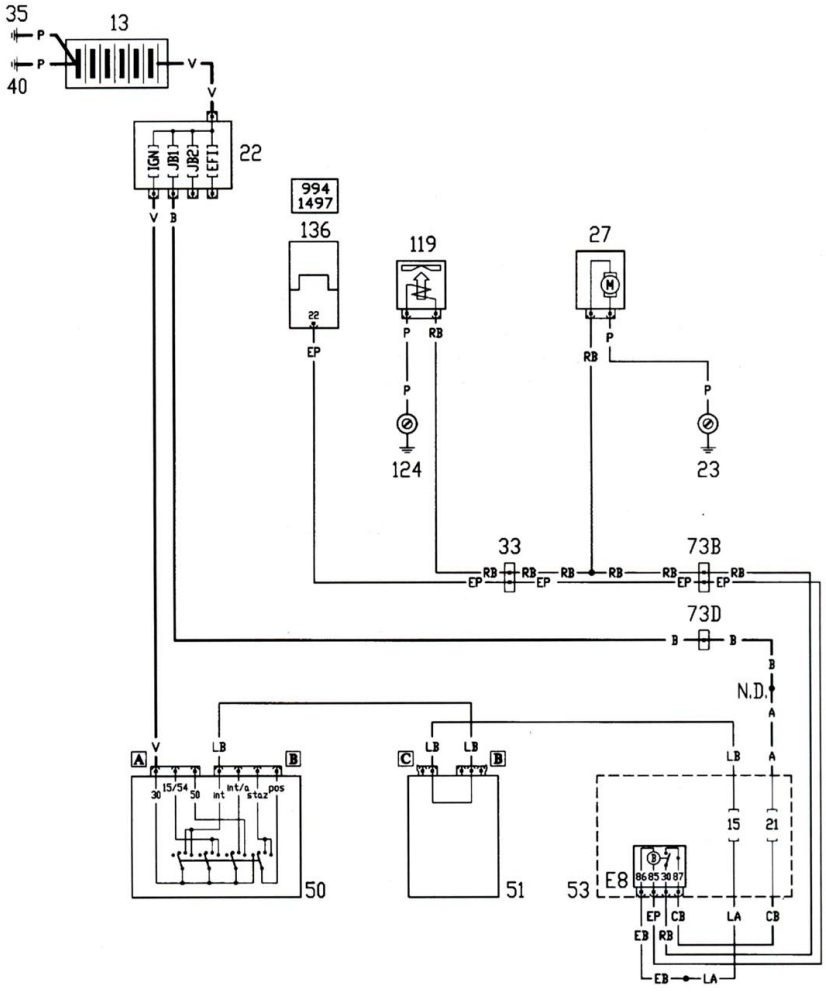


Fig. 7

Legenda do esquema elétrico

13. bateria
22. caixa dos fusíveis "MAXI"
23. massa dianteira direita
27. eletrobomba de partida a frio (somente para veículos a álcool)
33. conexão do chicote dianteiro (chicote do motor)
35. massa no motor
40. massa na bateria
50. comutador da ignição
51. conjunto dos comandos na direção
53. caixa de fusíveis
73. conexão do chicote do painel porta-instrumentos com o chicote dianteiro
119. eletroválvula da partida a frio
124. massa no motor para a central eletrônica
136. central eletrônica de injeção/ignição

Cores dos cabos

A - azul escuro
B - branco
C - cinza
E - verde
G - amarelo
L - alaranjado
M - marrom
P - preto
V - vermelho
R - rosa
T - violeta
Z - azul claro

FIRJAN
CIRJ
SESI
SENAI
IEL

FIRJAN
Federação
das Indústrias
do Estado do
Rio de Janeiro

SENAI
Serviço Nacional
de Aprendizagem
Industrial do
Rio de Janeiro

Av. Graça Aranha, 1
Centro – CEP 20030-002
Rio de Janeiro – RJ
Tel.: (0xx21) 2563-4526
Central de Atendimento:
0800-231231